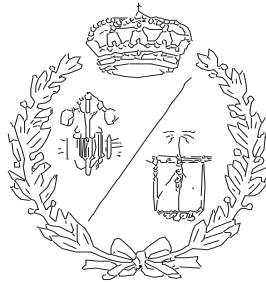


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Máster

**RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL” (ZARAGOZA)**

(Increasing towers in the high-voltage power line:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL” (ZARAGOZA))

Para acceder al Título de

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERIA INDUSTRIAL**

Autor: Javier Fernández Fernández

Octubre - 2018

TÍTULO	<i>RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)</i> <i>INCREASING TOWERS IN THE HIGH-VOLTAGE POWER LINE: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)</i>		
AUTOR	Javier Fernández Fernández		
DIRECTOR / PONENTE	Dr. José Ramón Aranda Sierra		
TITULACIÓN	MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	FECHA	15/10/2018

PLABRAS CLAVE

Recrecido
 Torre
 Alta tensión
 Líneas de transmisión
 Tower
 Cimentación
 Celosía
 Repotenciación

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a las modificaciones puntuales que pueden sufrir las líneas de alta tensión como el aumento de potencia y consecuente aumento de la flecha en los vanos, la construcción de viviendas o estructuras en cercanía con la línea, o la construcción de viales que puedan cruzar con ésta, se hace necesario aumentar la altura de ciertos apoyos con el fin de cumplir o aumentar las distancias de seguridad.

Es por ello que se plantea este proyecto con el cual se pretende aumentar la altura de los apoyos metálicos en celosía sin la necesidad de sustituirlos, tan sólo con el añadido de recrecidos, también en celosía, situados entre los anclajes de las patas y las cimentaciones de éstas y que además permitan cumplir con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, e instrucciones técnicas complementarias que hace referencia al Reglamento de Alta Tensión.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es el de diseñar y justificar mediante cálculos mecánicos el recrecido de los apoyos **26, 31, 151, 156 y 160** de la línea a 220 kV “*Escatrón – El Espartal*” con el objeto de cumplir con las distancias reglamentarias al terreno en caso de repotenciación de la línea.

El estudio se realiza según lo establecido en el Real Decreto 223/2.008, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 07.

Se han calculado los esfuerzos que son capaces de soportar las estructuras, así como las cimentaciones y las posibles modificaciones en las cadenas de aisladores y en la longitud de los vanos.

Se ha buscado una solución que cumpla con el Reglamento de Alta Tensión bajo las especificaciones de Red Eléctrica Española.

El resultado es una solución viable y más económica que otras posibles alternativas.

El proyecto está constituido por 4 documentos:

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

- Anejo 1: Características generales
- Anejo 2: Hipótesis de partida
- Anejo 3: Cálculos justificativos
- Anejo 4: Cimentaciones y adherencia a los anclajes
- Anejo 5: Actuación sobre cadenas y conductores
- Anejo 6: Software utilizado
- Anejo 7: Estudio de Seguridad y Salud

DOCUMENTO N°2: PLANOS

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

CONCLUSIONES / PRESUPUESTO

- El presupuesto de ejecución material se ha valorado en **49.338,85 €**
- El presupuesto de ejecución por contrata se ha valorado en **71.043,01 €**
- El presupuesto para conocimiento de la administración se ha valorado en **71.652,01 €**

BIBLIOGRAFÍA

Cartografías:

- <http://www.ign.es>
- <https://maps.google.es>
- <https://es.goolzoom.com/mapas/>
- <http://info.igme.es/visorweb/>

Libros de consulta

- Simón Comín, P.; Garnacho Vecino, F.; Moreno Mohíno, J y González Sanz, A., *Cálculo y diseño de líneas eléctricas de alta tensión*, Editorial Garceta.
- Checa, L.M., *Líneas de transporte de energía*, Editorial Marcombo Boixareu.

Otras referencias:

- <http://www.buc.unican.es>
- Consulta de datos meteorológicos:
<http://eportal.mapama.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>
- Proyectos tipo Iberdrola
- Estudio de recrecido de apoyo de REE
- Proyecto de repotenciación de REE
- <http://www.imedexsa.es/public/index.asp>
- <https://www.ree.es/es/>

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

- Anejo 1: Características generales
- Anejo 2: Hipótesis de partida
- Anejo 3: Cálculos justificativos
- Anejo 4: Cimentaciones y adherencia a los anclajes
- Anejo 5: Actuación sobre cadenas y conductores
- Anejo 6: Software utilizado
- Anejo 7: Estudio de Seguridad y Salud

DOCUMENTO N°2: PLANOS

DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

DOCUMENTO Nº1:

MEMORIA

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO	3
2. ALCANCE DEL PROYECTO	4
3. ANTECEDENTES.....	5
3.1. INTRODUCCIÓN.....	5
3.2. ESQUEMA DE LA LÍNEA.....	6
3.3. SITUACIÓN ADMINISTRATIVA.....	7
4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN.....	8
5. SITUACIÓN DE LA MODIFICACIÓN.....	9
6. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	10
6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA	10
6.2. CONDUCTOR	11
6.3. CABLE DE TIERRA.....	12
6.4. HERRAJES Y ACCESORIOS	13
6.4.1. Requisitos eléctricos	13
6.4.2. Efecto corona y nivel de perturbaciones radioeléctricas	13
6.4.3. Requisitos mecánicos	14
6.4.4. Requisitos de durabilidad	14
6.4.5. Características y dimensiones de los herrajes	14
6.6. Aisladores.....	16
6.6.1. Generalidades.....	16
6.6.2. Requisitos eléctricos normalizados	16
6.6.3. Requisitos para el comportamiento bajo polución.....	16
6.6.4. Requisitos mecánicos	16
6.6.5. Requisitos de durabilidad	17
6.6.6. Características y dimensiones de los aisladores.....	17

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

6.7. APOYOS	18
6.7.1. Clasificación según su función	18
6.7.2. Esfuerzos a los que están sometidos los apoyos.....	19
6.7.3. Numeración, marcado y avisos de riesgo eléctrico	19
6.7.4. Cimentaciones	20
7. TRAZADO DE LA LÍNEA. RELACIÓN DE APOYOS AFECTADOS.....	21
8. NORMATIVA Y REFERENCIAS.....	22
8.1. NORMATIVA APLICADA.....	22
8.1.1. Relativas al proyecto	22
8.1.2. Relativas a electricidad	22
8.1.3. Otros	22
8.2. SOFTWARE UTILIZADO.....	23
8.3. BIBLIOGRAFÍA.....	23
8.3.1. Cartografías:	23
8.3.2. Libros de consulta	23
8.3.3. Otras referencias:.....	23
9. PRESUPUESTOS	24
10. ORDEN DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	25

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de diseñar y justificar mediante cálculos el recrecido de los apoyos **26, 31, 151, 156 y 160** de la línea a 220 kV *“Escatrón – El Espartal”* con el objeto de cumplir con las distancias reglamentarias al terreno en caso de repotenciación de la línea.

El estudio se realiza según lo establecido en el Real Decreto 223/2.008, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 07.

2. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto contempla el diseño y desarrollo de los recrecidos de los apoyos citados de la línea *“Escatrón – El Espartal”* ubicada toda ella en la provincia de Zaragoza.

Se pretende justificar dichos recrecidos con los cálculos correspondientes en base a la norma, así como un presupuesto que haga una idea del coste de dichas labores.

Se adjuntan planos de situación y planos constructivos de las estructuras.

El presente proyecto no contempla cálculos eléctricos de la línea dado que no es el objeto de este documento. Sí los cálculos mecánicos y de resistencia de los apoyos y de los recrecidos del estudio.

El proyecto no contempla la justificación de la altura de los recrecidos, las cuales han sido calculadas en base a estudios por parte de Red Eléctrica para cumplir con las distancias de seguridad necesarias.

3. ANTECEDENTES

3.1. INTRODUCCIÓN

Red Eléctrica de España, S.A.U. (RED ELÉCTRICA), conforme con lo establecido en los artículos 6 y 34 de la Ley 24/2013, 26 de diciembre, del Sector Eléctrico como gestor de la red de transporte y transportista único con carácter de exclusividad, tiene atribuida la función de transportar energía eléctrica, así como de construir, mantener y maniobrar las instalaciones de transporte.

La Red de Transporte de energía eléctrica está constituida, principalmente, por las líneas de transporte (de 220 y 400 kV) y las subestaciones de transformación, con unos 42.500 km de líneas de transporte de energía eléctrica y 655 subestaciones distribuidas a lo largo del territorio nacional (datos de 2016).

RED ELÉCTRICA es propietaria de la línea aérea de transporte de energía eléctrica a 220 kV, circuito dúplex, “Escatrón – El Espartal”, la cual tiene su origen en la subestación de Escatrón (término municipal Escatrón, provincia de Zaragoza) y finaliza en el transformador de intemperie de El Espartal (junto al polígono industrial de Espartal I, término municipal de El Burgo de Ebro, Zaragoza), siendo la longitud total de 41,8 km.

RED ELÉCTRICA tiene previsto aumentar la capacidad de transporte de la citada instalación al estar contemplada en el documento editado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, denominado “Planificación Energética. Plan de Desarrollo de la Red de Transporte de Energía Eléctrica 2015-2020”, de octubre de 2015, aprobada en el Consejo de Ministros de 16 de octubre de 2015.

Con motivo del aumento de la capacidad de transporte de la línea, se ha considerado un incremento de la temperatura máxima de operación, lo que implica un aumento de la flecha máxima de las fases en la hipótesis de temperatura. Con el fin de mantener las distancias mínimas reglamentarias al terreno y a los cruzamientos con los servicios existentes bajo la línea (líneas de ferrocarril, carreteras, etc.) se proyecta la elevación de los conductores mediante el recrecido de algunos de los apoyos en su misma ubicación, sin la necesidad de sustituir dichos apoyos.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

3.2. ESQUEMA DE LA LÍNEA

A continuación se muestra un esquema de la línea:



Figura 1: Mapa de líneas eléctricas 2016. <https://www.ree.es/es/>



Figura 2: Esquema de la línea. Mapa de líneas 2016. <https://www.ree.es/es/>

3.3. SITUACIÓN ADMINISTRATIVA

En el orden administrativo la línea eléctrica *Escatrón - El Espartal*, forma parte de la red secundaria de transporte de energía eléctrica, según lo establecido en el art. 34 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, cuyo ámbito de afección está contenido dentro de la provincia de ZARAGOZA, en la Comunidad Autónoma de ARAGÓN. Es competencia de esta Comunidad emitir las resoluciones necesarias para el presente proyecto.

Para esta actuación no se requiere trámite ambiental, al ser un proyecto de aumento de capacidad donde no se modifica la traza de la línea ni se actúa sobre apoyos con afección significativa a espacio natural protegido o área de especial protección.

No resulta preceptiva la autorización administrativa previa, ni la declaración, en concreto, de utilidad pública al no generarse ninguna nueva servidumbre, ya que en ningún caso se modifica la ubicación de los apoyos existentes, el trazado de la línea, ni se añaden nuevos apoyos.

En el orden técnico, su objeto es el de informar de las características de la instalación proyectada.

4. TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El domicilio social del titular es:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.
Paseo del Conde de los Gaitanes, 177
28109 – Alcobendas (Madrid)

Y a efectos de notificación en:

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.
Calle Inca Garcilaso I
Isla de la Cartuja
41092 – Sevilla

5. SITUACIÓN DE LA MODIFICACIÓN

La línea discurre completamente por la provincia de Zaragoza. En el *DOCUMENTO 2 – PLANOS* se recoge el plano de situación de la misma.

Los términos municipales implicados son los siguientes:

Término municipal de *Escatrón* (Zaragoza)

- Subestación de Escatrón

Término municipal de *Sástago* (Zaragoza)

- Apoyos del 1 al 25

Término municipal de *La Zaida* (Zaragoza)

- Apoyos del 26 al 45

Término municipal de *Belchite* (Zaragoza)

- Apoyos del 46 al 52

Término municipal de *Quinto* (Zaragoza)

- Apoyos del 53 al 110

Término municipal de *Fuentes de Ebro* (Zaragoza)

- Apoyos del 111 al 159

Término municipal de *Zaragoza* (Zaragoza)

- Apoyos del 160 al 163

Término municipal de *El Burgo de Ebro* (Zaragoza)

- CTI

6. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

6.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA

Inicio	Subestación de Escatrón (Zaragoza)
Final.....	Subestación de El Espartal (Zaragoza)
Tensión Línea.....	220 kV
Tensión más elevada de la red.....	245 kV
Frecuencia.....	50 Hz
Categoría.....	Especial
Altitud	Zona A
Nº circuitos	1
Disposición	Tresbolillo
Nº de conductores por fase	2 (Dúplex)
Conductor.....	LA-192
Nº de cables de tierra	1
Tipo de cable de tierra.....	Acero 50-7
Nº de Apoyos.....	162
Longitud.....	41.803,38 m
Cimentaciones:	
- Torre G.....	Independientes para cada pata, hormigón en masa
- Torre D.....	Monobloque de hormigón
Aislamiento	Vidrio

6.2. CONDUCTOR

El conductor utilizado es el LA-192. Se trata de un conductor de tipo desnudo de aluminio y acero galvanizado. Está compuesto de varios alambres de aluminio del mismo diámetro nominal y de uno o varios alambres de acero galvanizado. Los alambres van cableados en capas concéntricas; todos los alambres del alma son de acero y todas las capas exteriores son de alambre de aluminio.

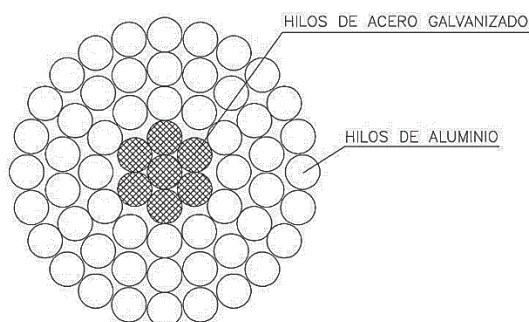


Figura 6-1: Esquema conductor de aluminio

Las características del conductor son las siguientes:

Sección total	192 mm ²
Diámetro	17,99 mm
Peso unitario	0,664 daN/m
Módulo de elasticidad	8.700 daN/mm ²
Coeficiente de dilatación, δ	19,3 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Carga de rotura nominal	5.730 daN

6.3. CABLE DE TIERRA

El cable de tierra en líneas de alta tensión cumple dos funciones:

Actuando como pararrayos, protege a los apoyos y resto de conductores de las descargas atmosféricas. Ya que estas descargas son derivadas a tierra causando el menor daño posible a la instalación.

Además, protege a las personas de una derivación accidental de los conductores de alta tensión.

El cable de tierra utilizado para la protección de la línea es el T50-7 de acero.

Los cables de acero galvanizado son utilizados como cable de tierra. Está compuesto por un alma central sobre la que se arrollan helicoidalmente una o más capas de alambres galvanizados del mismo diámetro y calidad. Actualmente están desestimados en beneficio de otros cables de tierra como los de acero recubierto de aluminio (Alumoweld) o los compuestos por fibra óptica (OPGW), pero hay un elevado número de líneas en servicio con este cable de tierra y por ello aún se contempla.

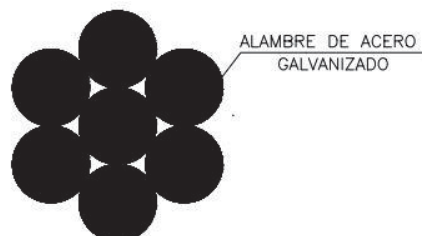


Figura 6-2: Esquema cable de acero

Las características del cable de tierra son:

Sección.....	49,5 mm ²
Diámetro	9,00 mm
Peso unitario	0,391 daN/m
Módulo de elasticidad.....	19.000 daN/mm ²
Carga de rotura	5.980 daN
Coeficiente de dilatación lineal, δ	$1,15 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

6.4. HERRAJES Y ACCESORIOS

Se consideran herrajes todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores al apoyo y al conductor, los elementos de fijación del cable de tierra al apoyo y los elementos de protección eléctrica de los aisladores.

Se consideran accesorios del conductor elementos tales como separadores, antivibradores, etc.

Los herrajes y accesorios de las líneas aéreas deben cumplir los requisitos de las normas UNE-EN61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897. Cualquier otra alternativa o parámetro adicional se definirá en las especificaciones del proyecto.

6.4.1. Requisitos eléctricos

Requisitos aplicables a todos los herrajes y accesorios

El diseño de todos los herrajes y accesorios deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos especificados para la línea aérea.

Requisitos aplicables a los herrajes y accesorios que transporten corriente

Los herrajes y accesorios de los conductores, destinados a transportar la corriente de operación del conductor, no deben, cuando estén sometidos a la corriente máxima autorizada en régimen permanente o a las corrientes de cortocircuito, manifestar aumentos de temperatura mayores que los del conductor asociado. De la misma forma, la caída de tensión en los extremos de los herrajes que transportan corriente, no debe ser superior a la caída de tensión en los extremos de una longitud equivalente de conductor.

6.4.2. Efecto corona y nivel de perturbaciones radioeléctricas

En el diseño de los herrajes se tendrá presente su comportamiento en el fenómeno del efecto corona. Los herrajes y accesorios para líneas aéreas incluyendo separadores y amortiguadores de vibraciones, deben ser diseñados de forma tal que, bajo condiciones de ensayo, los niveles de perturbaciones radioeléctricas sean conformes con el nivel total especificado para la instalación.

6.4.3. Requisitos mecánicos

El diseño de los herrajes y accesorios de una línea aérea deberá ser tal, que satisfagan los requisitos de carga mínima de rotura determinados en el apartado 3.3 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

Todos los herrajes que puedan estar sometidos al peso de una persona, deben resistir una carga característica concentrada de 1,5 kN.

6.4.4. Requisitos de durabilidad

Todos los materiales utilizados en la construcción de herrajes y accesorios de líneas aéreas deben ser inherentemente resistentes a la corrosión atmosférica, la cual puede afectar a su funcionamiento. La elección de materiales o el diseño de herrajes y accesorios deberá ser tal, que la corrosión galvánica de herrajes o conductores sea mínima.

Todos los materiales féreos, que no sean de acero inoxidable, utilizados en la construcción de herrajes, deben ser protegidos contra la corrosión atmosférica mediante galvanizado en caliente u otros métodos indicados en las especificaciones del proyecto.

Los herrajes y accesorios sujetos a articulaciones o desgaste deben ser diseñados y fabricados, incluyendo la selección del material, para asegurar las máximas propiedades de resistencia al rozamiento y al desgaste.

6.4.5. Características y dimensiones de los herrajes

Las características mecánicas de los herrajes de las cadenas de aisladores deben cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula, deben cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

Cuando se elijan metales o aleaciones para herrajes de líneas, debe considerarse el posible efecto de bajas temperaturas, cuando proceda. Cuando se elijan materiales no metálicos, debe considerarse su posible reacción a temperaturas extremas, radiación UV, ozono y polución atmosférica.¹

¹ Extracto de la ITC-LAT-07 del RLAT.

6.6. AISLADORES

6.6.1. Generalidades

Los aisladores comprenden cadenas de unidades de aisladores del tipo caperuza y vástago o del tipo bastón, y aisladores rígidos de columna o peana.

Pueden ser fabricados usando materiales cerámicos (porcelana), vidrio, aislamiento compuesto de goma de silicona, poliméricos u otro material de características adecuadas a su función. Se pueden utilizar combinaciones de estos aisladores sobre algunas líneas aéreas.

Los aisladores deben ser diseñados, seleccionados y ensayados para que cumplan los requisitos eléctricos y mecánicos determinados en los parámetros de diseño de las líneas aéreas.

Los aisladores deben resistir la influencia de todas las condiciones climáticas, incluyendo las radiaciones solares. Deben resistir la polución atmosférica y ser capaces de funcionar satisfactoriamente cuando estén sujetos a las condiciones de polución.

6.6.2. Requisitos eléctricos normalizados

El diseño de aisladores deberá ser tal que se respeten las tensiones soportadas según el apartado 4.4 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

6.6.3. Requisitos para el comportamiento bajo polución

Los aisladores deberán cumplir con los requisitos especificados para su comportamiento bajo polución.

En el apartado 4.4.1 de la ITC-LAT 07 del RLAT se dan indicaciones sobre la selección de aisladores para su uso en condiciones de polución.

6.6.4. Requisitos mecánicos

El diseño de los aisladores de una línea aérea deberá ser tal que satisfagan los requisitos mecánicos determinados en el apartado 3.4 la ITC 07 del RLAT.

6.6.5. Requisitos de durabilidad

La durabilidad de un aislador está influenciada por el diseño, la elección de los materiales y los procedimientos de fabricación. Todos los materiales usados en la construcción de aisladores para líneas aéreas, deberán ser inherentemente resistentes a la corrosión atmosférica, que puede afectar a su funcionamiento.

Puede obtenerse un indicador de la durabilidad de las cadenas de aisladores de material cerámico o vidrio, a partir de los ensayos termo-mecánicos especificados en la norma UNE-EN 60383-1.

Todos los materiales féreos, distintos del acero inoxidable, usados en aisladores de líneas aéreas deberán ser protegidos contra la corrosión debida a las condiciones atmosféricas. La forma habitual de protección deberá ser un galvanizado en caliente, que deberá cumplir los requisitos de ensayo indicados en la norma UNEEN 60383-1.

Para instalaciones en condiciones especialmente severas, puede indicarse un aumento del espesor de zinc en las especificaciones del proyecto.

6.6.6. Características y dimensiones de los aisladores

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de líneas aéreas deben cumplir, siempre que sea posible, con los requisitos dimensionales de las siguientes normas:

- a) UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433, para elementos de cadenas de aisladores de vidrio o cerámicos.
- b) UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de aislamiento compuesto de goma de silicona.
- c) CEI 60720, para aisladores rígidos de columna o peana.

Se pueden incluir en las especificaciones del proyecto tipos de aisladores aprobados, con dimensiones diferentes de las especificadas por las normas anteriormente indicadas. El resto de las características deberán ser conformes con las normas aplicables según el tipo de aislador.²

² Extracto de la ITC-LAT-07 del RLAT.

6.7. APOYOS

Los conductores de la línea se fijarán mediante aisladores y los cables de tierra de modo directo a las estructuras de apoyo. Estas estructuras, denominadas “apoyos”, podrán ser metálicas, de hormigón, madera u otros materiales apropiados, bien de material homogéneo o combinación de varios de los citados anteriormente.

Los materiales empleados deberán presentar una resistencia elevada a la acción de los agentes atmosféricos, y en el caso de no presentarla por sí mismos, deberán recibir los tratamientos protectores adecuados para tal fin.

La estructura de los apoyos podrá ser de cualquier tipo adecuado. a su función. Se tendrá en cuenta su diseño constructivo y la accesibilidad a todas sus partes por el personal especializado, de modo que pueda ser realizada fácilmente la inspección y conservación de la estructura. Se evitará la existencia de cavidades sin drenaje, en las que pueda acumularse el agua de lluvia.

6.7.1. Clasificación según su función

6.7.1.1. Atendiendo al tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea, los apoyos se clasifican en:

- a) **Apoyo de suspensión:** Apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión.
- b) **Apoyo de amarre:** Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre.
- c) **Apoyo de anclaje:** Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea. Limitará, en ese punto, la propagación de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Todos los apoyos de la línea cuya función sea de anclaje tendrán identificación propia en el plano de detalle del proyecto de la línea.
- d) **Apoyo de principio o fin de línea:** Son los apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre, destinados a soportar, en sentido longitudinal, las solicitaciones del haz completo de conductores en un solo sentido.
- e) **Apoyos especiales:** Son aquellos que tienen una función diferente a las definidas en la clasificación anterior.

Los apoyos de los tipos enumerados pueden aplicarse a diferentes fines de los indicados, siempre que cumplan las condiciones de resistencia y estabilidad necesarias al empleo a que se destinen.

6.7.1.2. Atendiendo a su posición relativa respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:

- a) **Apoyo de alineación:** Apoyo de suspensión, amarre o anclaje usado en un tramo rectilíneo de la línea.
- b) **Apoyo de ángulo:** Apoyo de suspensión, amarre o anclaje colocado en un ángulo del trazado de una línea.

6.7.2. Esfuerzos a los que están sometidos los apoyos

- a) **Esfuerzos verticales:** Debidos, principalmente, al peso de los conductores que soporta el apoyo. En zonas de alta montaña se tendrá en cuenta el peso debido a los manguitos de hielo que se forman en los conductores.
- b) **Esfuerzos transversales:** Debidos a la acción del viento sobre el apoyo, así como a la acción resultante de las tracciones de los conductores cuando no están instalados paralelamente, sino formando un ángulo.
- c) **Esfuerzos longitudinales:** Provocados, principalmente, por la tracción de los conductores o por rotura de los conductores.

6.7.3. Numeración, marcado y avisos de riesgo eléctrico

Cada apoyo se identificará individualmente mediante un número, código o marca alternativa (como por ejemplo coordenadas geográficas), de tal manera que la identificación sea legible desde el suelo.

En todos los apoyos, cualquiera que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el fabricante y tipo.

También se recomienda colocar indicaciones de existencia de riesgo de peligro eléctrico en todos los apoyos. Esta indicación será preceptiva para líneas de tensión nominal superior a 66 kV y, en general, para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas. Estas indicaciones cumplirán la normativa existente sobre señalizaciones de seguridad.

6.7.4. Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos podrán ser realizadas en hormigón, hormigón armado o acero.

Las cimentaciones previstas para los apoyos de la línea del presente proyecto serán de hormigón en masa. De tipo zapatas aisladas para las Torres tipo G y monobloque para la Torre tipo D.

En las cimentaciones de hormigón se cuidará de su protección en el caso de suelos o aguas que sean agresivos para el mismo.

7. TRAZADO DE LA LÍNEA. RELACIÓN DE APOYOS AFECTADOS

Tal y como se ha indicado anteriormente, la actuación a realizar consiste en el recrecido de alguno de los apoyos existentes, por lo que no se modifica ni el trazado, ni la ubicación de los mismos, ni se añaden nuevos apoyos.

A continuación se indican los 5 apoyos a recrecer, así como los términos municipales donde se encuentran, todos ellos en la provincia de Zaragoza:

Nº Apoyo	Altura del recrecido (m)	Término municipal	Provincia
26	5	La Zaida	Zaragoza
31	3	La Zaida	Zaragoza
151	2	Fuentes de Ebro	Zaragoza
156	2	Fuentes de Ebro	Zaragoza
160	2	Zaragoza	Zaragoza

Tabla 7-1: Relación de apoyos a recrecer.

En la tabla siguiente se muestra la relación de apoyos a modificar con sus coordenadas UTM.

Nº Apoyo	Altura Total Actual (m)	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y	Coordenada UTM Z
26	29,95	715664,61	4576784,46	161,19
31	24,10	714457,18	4577482,22	201,95
151	24,43	695259,22	4599187,83	191,61
156	23,48	694196,79	4599873,26	187,93
160	23,48	693282,63	4600463,03	214,15

Tabla 7-2: Coordenadas UTM de los apoyos a recrecer.

8. NORMATIVA Y REFERENCIAS

8.1. NORMATIVA APLICADA

8.1.1. Relativas al proyecto

- Normas UNE. UNE 157001:2002: Criterios generales para la elaboración de proyectos.

8.1.2. Relativas a electricidad

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias 01 a 09.
- Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre, reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación. Correcciones de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre sobre Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de autorización de Instalaciones de Energía eléctrica

8.1.3. Otros

- Ley 54/1997 de 12 de diciembre de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Y todas las actualizaciones que lo afectan.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

8.2. SOFTWARE UTILIZADO

- Microsoft Excel 2013
- Autodesk AutoCAD 2017
- Autodesk Civil 3D 2015
- TOWER – Power Line Systems
- Programa de cálculo de líneas eléctricas - Imedexsa 12

8.3. BIBLIOGRAFÍA

8.3.1. Cartografías:

- <http://www.ign.es>
- <https://maps.google.es>
- <https://es.goolzoom.com/mapas/>
- <http://info.igme.es/visorweb/>

8.3.2. Libros de consulta

- Simón Comín, P.; Garnacho Vecino, F.; Moreno Mohíno, J y González Sanz, A., *Cálculo y diseño de líneas eléctricas de alta tensión*, Editorial Garceta
- Checa, L.M., *Líneas de transporte de energía*, Editorial Marcombo Boixareu

8.3.3. Otras referencias:

- <http://www.buc.unican.es>
- Consulta de datos meteorológicos:
<http://eportal.mapama.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>
- Proyectos tipo Iberdrola
- Estudio de recrecido de apoyo de REE
- Proyecto de repotenciación de REE
- <http://www.imedexsa.es/public/index.asp>
- <https://www.ree.es/es/>

9. PRESUPUESTOS

Presupuesto de ejecución material: 49.338,85 €

Presupuesto ejecución por contrata: 71.043,01 €

Presupuesto para conocimiento de la administración: 71.652,01 €

El presente presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de CUARENTA Y NUEVE MIL TRESCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

El presente presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de SETENTA Y UN MIL CUARENTA Y TRES EUROS CON UN CÉNTIMOS.

El presupuesto para conocimiento de la administración asciende a la cantidad de SETENTA Y UN MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON UN CÉNTIMO.

10. ORDEN DE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

1. Memoria
2. Planos
3. Pliego de condiciones
4. Presupuesto

Santander a Septiembre, 2.018

El ingeniero:

Javier Fernández Fernández



RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

ANEJOS

ÍNDICE DE ANEJOS

ANEJO N°1: CARACTERÍSTICAS GENERALES

ANEJO N°2: HIPÓTESIS DE PARTIDA

ANEJO N°3: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEJO N°4: CIMENTACIONES Y ADHERENCIA A LOS
ANCLAJES

ANEJO N°5: ACTUACIÓN SOBRE CADENAS Y
CONDUCTORES

ANEJO N°6: SOFTWARE UTILIZADO

ANEJO N°7: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO Nº1

CARACTERÍSTICAS GENERALES

ANEJO 1: CARACTERÍSTICAS GENERALES

1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA.....	2
2. CATEGORÍA DE LA LÍNEA	3
3. ZONA DE LA LÍNEA	4
4. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR	5
5. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE TIERRA.....	6
6. CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS	7
6.1. Apoyo 26	7
6.2. Apoyo 31	9
6.3. Apoyo 151	11
6.4. Apoyo 156	13
6.5. Apoyo 160	15

1. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA

Tensión nominal 220 kV
Frecuencia..... 50 Hz
Categoría..... Especial
Altitud Zona A
Nº circuitos 1
Nº de conductores por fase 2 (Dúplex)
Nº de Apoyos..... 162
Longitud..... 41.803,38 m

2. CATEGORÍA DE LA LÍNEA

Según lo establecido en el artículo 3 del RLAT, las líneas eléctricas se clasifican, atendiendo a su tensión nominal, en las siguientes categorías.

- a) Categoría especial: Las líneas de tensión nominal igual o superior a 220 kV y las de tensión inferior que formen parte de la red de transporte conforme a lo establecido en el artículo 5 del Real Decreto 1955/2000 del 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, comercialización, distribución, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- b) Primera categoría: Las líneas de tensión nominal inferior a 220 kV y superior a 66 kV
- c) Segunda categoría: Las líneas de tensión nominal igual o inferior a 66 kV y superior a 30 kV.
- d) Tercera categoría: Las líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV y superior a 1 kV.

La línea eléctrica del presente proyecto pertenece al conjunto de líneas de categoría especial, ya que dispone de una tensión nominal mayor de 220 kV.

3. ZONA DE LA LÍNEA

Según lo expuesto en el apartado 3.1.3 de la ITC 07 del RLAT, el país se clasifica en tres zonas:

- Zona A: La situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar.
- Zona B: La situada a una altitud entre 500 y 1000 metros por encima del nivel del mar.
- Zona C: La situada a una altitud superior a 1000 metros sobre el nivel del mar.

Con estas premisas, el trazado de la línea discurre todo ello por la zona A.

4. CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

Conductor	LA-192
Sección total	192 mm ²
Diámetro	17,99 mm
Peso unitario	0,664 daN/m
Módulo de elasticidad	8.700 daN/mm ²
Coeficiente de dilatación, δ	19,3 x 10 ⁻⁶ °C ⁻¹
Carga de rotura nominal	5.730 daN

5. CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE TIERRA

Tipo de cable de tierra.....	Acero 50-7
Nº de cables de tierra	1
Sección.....	49,5 mm ²
Diámetro	9,00 mm
Peso unitario	0,391 daN/m
Módulo de elasticidad.....	19.000 daN/mm ²
Carga de rotura	5.980 daN
Coeficiente de dilatación lineal, δ	$1,15 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

6. CARACTERÍSTICAS DE LOS APOYOS

6.1. APOYO 26

Las coordenadas UTM de ubicación del apoyo son:

X: 715664,61
Y: 4576784,46
Z: 161,19

Apoyo: Metálico, constituido por perfiles de angular de alas iguales, atornillados y galvanizados.

Tipo TORRE G “RECRECIDA 5 mts”
Peso del apoyo (aprox.) 5.500 kg
Disposición de fases..... Tresbolillo
Altura libre 29,06 m.
Función..... Alineación
Tipo cadena de conductor Amarre
Tipo cadena de C.T. Amarre
Aislamiento Vidrio
Cimentaciones..... Zapatas aisladas
Angulo de línea..... 0°
Otros..... No dispone de elemento anti-escala en la base
Seguridad Normal

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Fotografía del apoyo.



Figura 6-1: Vista del apoyo 26.

6.2. APOYO 31

Las coordenadas UTM de ubicación del apoyo son:

X: 714457,18
Y: 4577482,22
Z: 214,35

Apoyo: Metálico, constituido por perfiles de angular de alas iguales, atornillados y galvanizados.

Tipo TORRE G
Peso del apoyo (aprox.)4.700 kg
Disposición de fases..... Tresbolillo
Altura libre24,185 m.
Función..... Ángulo
Tipo cadena de conductorAmarre
Tipo cadena de C.T.Amarre
Aislamiento Vidrio
Cimentaciones..... Zapatas aisladas
Angulo de línea..... 8,232°
Otros..... No dispone de elemento anti-escala en la base
Seguridad Normal

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Fotografía del apoyo.



Figura 6-2: Vista del apoyo 31.

6.3. APOYO 151

Las coordenadas UTM de ubicación del apoyo son:

X: 695259,22
Y: 4599187,83
Z: 191,61

Apoyo: Metálico, constituido por perfiles de angular de alas iguales, atornillados y galvanizados.

Tipo TORRE D
Peso del apoyo (aprox.) 4.500 kg
Disposición de fases..... Tresbolillo
Altura libre 24,43 m.
Función..... Alineación
Tipo cadena de conductor Suspensión
Tipo cadena de C.T. Amarre
Aislamiento Vidrio
Cimentaciones..... Monobloque
Angulo de línea..... 0°
Otros..... No dispone de elemento anti-escala en la base
Seguridad Normal

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Fotografía del apoyo.



Figura 6-3: Vista del apoyo 151.

6.4. APOYO 156

Las coordenadas UTM de ubicación del apoyo son:

X: 694196,79
Y: 4599873,26
Z: 187,93

Apoyo: Metálico, constituido por perfiles de angular de alas iguales, atornillados y galvanizados.

Tipo TORRE G
Peso del apoyo (aprox.) 5.500 kg
Disposición de fases..... Tresbolillo
Altura libre 23,48 m.
Función..... Alineación
Tipo cadena de conductor Amarre
Tipo cadena de C.T. Amarre
Aislamiento Vidrio
Cimentaciones..... Zapatas aisladas
Angulo de línea..... 0°
Otros..... No dispone de elemento anti-escala en la base
Seguridad Normal

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Fotografía del apoyo.



Figura 6-4: Vista del apoyo 26. Igual que el apoyo 156.

6.5. APOYO 160

Las coordenadas UTM de ubicación del apoyo son:

X: 693282,63
Y: 4600463,03
Z: 214,15

Apoyo: Metálico, constituido por perfiles de angular de alas iguales, atornillados y galvanizados.

Tipo TORRE G
Peso del apoyo (aprox.) 5.500 kg
Disposición de fases..... Tresbolillo
Altura libre 23,48 m.
Función..... Alineación
Tipo cadena de conductor Amarre
Tipo cadena de C.T. Amarre
Aislamiento Vidrio
Cimentaciones..... Zapatas aisladas
Angulo de línea..... 0°
Otros..... No dispone de elemento anti-escala en la base
Seguridad Normal

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Fotografía del apoyo.



Figura 6-5: Vista del apoyo 26. Igual que el apoyo 160.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

ANEJO Nº2

HIPÓTESIS DE PARTIDA

ANEJO 2: HIPÓTESIS DE PARTIDA

1. INTRODUCCIÓN	2
2. REGISTROS DE VIENTO Y TEMPERATURA	3
3. REGISTROS TOMADOS EN CAMPO.....	8
3.1. APOYO 26.....	8
3.2. APOYO 31.....	8
3.3. APOYO 151.....	9
3.4. APOYO 156.....	9
3.5. APOYO 160.....	10

1. INTRODUCCIÓN

Para este capítulo se sobreentiende que los apoyos y los conductores actualmente ubicados cumplen con los requisitos técnicos y normativos, por lo tanto, no es objeto su cálculo ni los esfuerzos que sufren éstos.

Por otro lado, sí son objeto los esfuerzos que trasladan los apoyos a la base, donde irá instalados los recrecidos, debido a las distintas hipótesis que señala la ITC-07 del RLAT. Estos esfuerzos serán la base de partida para el diseño de los recrecidos.

Se toman como hipótesis de partida las obtenidas tras realizar un levantamiento topográfico de los apoyos, así como los datos obtenidos en campo de los conductores y cables de tierra para los diferentes vanos.

2. REGISTROS DE VIENTO Y TEMPERATURA

A continuación se muestra una tabla de los registros de viento y temperatura obtenidos por la estación meteorológica de Quinto, en la zona de actuación.

Los datos corresponden al periodo de Octubre de 2007 hasta Octubre de 2018. Son datos mensuales en este periodo en el que se refleja la Temperatura y Velocidad del viento registrados.

<i>Estación meteorológica de Quinto</i>					
Año 2007					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
10	15,4	30,0	4,2	11,8	56,7
11	9,1	20,7	-4,1	14,4	66,2
12	5,7	17,2	-4,7	9,7	53,9
Año 2008					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	6,7	18,9	-3,4	7,4	65,1
2	9,1	20,2	-2,0	6,3	46,0
3	10,8	24,1	1,4	19,0	70,3
4	14,3	30,9	2,8	13,3	59,0
5	16,8	31,8	5,9	8,9	59,5
6	21,1	36,3	11,5	12,8	50,0
7	24,6	37,5	12,9	11,0	59,6
8	24,2	38,9	11,8	9,7	46,2
9	19,8	33,1	9,0	8,7	46,4
10	14,9	25,9	2,9	8,6	50,7
11	8,7	16,8	-4,3	11,4	58,1
12	5,7	16,0	-3,5	10,7	51,3
Año 2009					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	5,0	19,7	-3,7	9,5	84,1
2	7,7	16,9	-0,4	12,0	65,2
3	11,1	24,9	0,0	11,7	70,8
4	12,8	28,6	4,4	12,6	49,5
5	19,4	33,5	7,2	10,5	54,1
6	24,4	39,2	11,7	10,2	62,9
7	26,0	40,4	14,8	10,9	51,3
8	25,9	39,5	15,0	8,2	61,4
9	21,0	36,9	10,3	8,4	39,1

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

10	17,1	30,9	1,5	10,1	63,1
11	11,2	22,5	0,0	8,4	58,2
12	6,4	18,1	-3,9	9,9	57,9
Año 2010					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	5,7	13,4	-2,4	11,7	63,0
2	6,7	19,3	-4,6	11,3	54,8
3	9,6	22,4	-1,8	11,1	67,6
4	14,5	29,9	2,3	7,5	47,3
5	16,4	32,0	4,6	13,5	65,9
6	21,7	36,1	10,3	11,3	60,3
7	26,4	40,1	15,7	11,1	51,4
8	25,1	41,9	12,9	11,2	53,2
9	20,4	35,3	7,3	9,0	51,2
10	14,8	30,5	1,9	11,0	56,3
11	9,3	21,6	-4,5	10,5	49,5
12	4,9	21,9	-4,4	9,8	61,2
Año 2011					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	5,4	33,1	-4,2	7,8	43,5
2	8,7	20,0	-2,4	13,3	56,9
3	10,5	24,4	0,5	11,0	53,2
4	16,4	31,4	6,3	10,0	56,3
5	19,6	34,9	8,2	9,6	52,9
6	22,2	40,0	9,0	11,4	56,3
7	23,8	37,1	13,1	14,1	58,5
8	26,3	41,6	13,0	8,3	48,8
9	22,9	36,9	11,8	7,5	52,3
10	16,6	30,5	3,8	8,1	61,8
11	11,7	23,0	4,2	7,1	69,2
12	7,9	19,3	-3,8	12,6	60,9
Año 2012					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	6,8	17,3	-3,4	13,0	67,1
2	5,8	21,3	-4,6	21,8	71,6
3	12,0	26,1	0,6	10,8	67,9
4	13,0	28,1	2,7	14,1	66,3
5	20,0	35,5	5,5	10,4	59,9
6	24,4	40,4	12,6	9,6	52,5
7	24,6	39,0	13,1	10,9	58,4

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

8	26,8	42,1	14,9	9,5	51,4
9	21,2	34,6	7,9	11,8	54,9
10	15,9	31,3	1,5	7,9	71,1
11	10,2	20,8	2,1	9,6	68,0
12	7,5	18,1	-3,5	9,8	54,5
Año 2013					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	7,3	18,3	-1,7	12,3	66,7
2	7,4	17,6	-1,6	18,3	66,2
3	10,9	21,8	0,5	11,5	70,4
4	13,0	29,6	1,9	11,0	53,7
5	14,3	26,8	3,9	13,2	63,8
6	20,2	35,1	9,3	11,5	51,4
7	26,0	38,2	15,2	7,0	66,2
8	24,2	37,9	14,5	9,1	63,3
9	21,2	33,6	11,6	8,9	45,0
10	17,9	31,7	4,8	8,1	42,3
11	10,4	24,9	-4,5	18,3	64,4
12	4,5	15,0	-3,5	6,7	54,6
Año 2014					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	8,0	18,6	0,1	10,4	59,7
2	8,4	19,1	-1,6	10,2	63,7
3	11,2	25,1	0,3	11,6	63,8
4	16,2	28,2	6,7	10,6	58,7
5	17,4	31,4	7,9	13,0	60,2
6	22,4	37,4	12,4	11,7	58,0
7	23,3	38,7	12,2	13,5	55,3
8	23,8	36,3	11,8	9,2	60,6
9	22,4	34,8	10,0	6,4	52,1
10	18,3	30,5	7,9	6,1	56,1
11	11,6	22,1	1,2	7,3	56,0
12	7,1	16,0	-2,7	16,3	73,7
Año 2015					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	5,4	16,8	-3,3	13,9	65,2
2	6,2	18,7	-4,7	18,6	67,9
3	11,0	23,5	-0,2	13,6	64,6
4	14,3	27,4	2,0	8,9	55,8
5	19,1	35,4	8,7	12,5	55,0

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

6	23,5	39,7	12,2	9,1	50,4
7	27,0	43,6	14,9	10,6	68,1
8	24,4	37,5	12,6	8,7	86,7
9	19,2	31,1	9,1	8,1	45,1
10	15,4	27,9	4,0	7,9	46,7
11	11,1	23,8	-0,8	8,8	65,1
12	6,2	15,0	-3,1	2,8	20,9
Año 2016					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	8,2	20,3	-1,4	7,4	51,6
2	8,5	20,7	-2,5	13,1	72,7
3	9,5	25,0	1,1	14,7	52,1
4	13,2	26,3	2,3	11,9	54,0
5	17,1	31,9	5,9	11,4	50,4
6	22,7	37,1	10,3	10,4	44,9
7	25,6	40,8	12,9	10,3	46,5
8	25,1	39,5	12,9	8,7	41,0
9	22,3	38,1	10,9	7,2	44,1
10	16,0	30,2	5,1	4,8	35,5
11	9,5	20,7	-0,1	6,9	40,5
12	5,4	16,6	-0,1	3,7	34,2
Año 2017					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	5,8	17,8	-4,8	11,6	57,7
2	9,3	20,2	0,0	9,0	57,9
3	12,6	27,6	2,1	8,2	51,4
4	14,6	28,7	2,8	8,4	47,8
5	19,9	36,1	3,4	6,3	39,4
6	24,8	40,2	10,6	8,3	51,1
7	25,6	40,6	13,1	10,9	55,6
8	24,6	39,3	13,1	9,0	57,3
9	19,4	33,1	6,5	8,8	48,9
10	17,4	29,3	6,1	7,2	49,7
11	9,6	21,3	-2,6	11,1	53,6
12	6,4	19,3	-5,1	10,4	57,6
Año 2018					
Mes	Temp Media (°C)	Temp Max (°C)	Temp Mín (°C)	Vel Viento (km/h)	Vel V. Max (km/h)
1	8,3	20,7	-3,7	10,7	51,0
2	6,6	20,4	-3,9	15,8	60,3
3	10,3	24,4	1,7	12,6	59,1

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

4	14,2	28,5	2,3	7,1	42,6
5	17,5	30,9	3,4	9,9	52,1
6	22,7	36,1	12,9	9,4	50,9
7	26,4	37,9	16,7	8,1	48,9
8	25,5	38,9	14,3	8,1	58,3
9	22,8	34,5	10,4	6,1	47,0
10	17,9	30,0	10,0	8,7	47,2

Tabla 2-1: Datos extraídos de <http://eportal.mapama.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>

Con los datos anteriores se puede observar que en los últimos 11 años se ha registrado una Temperatura Mínima única de **-5,1°C** y una Velocidad del Viento Máxima de **86,7 km/h**. Por lo tanto, se puede confirmar que los datos proporcionados por los centros meteorológicos **son más conservadores** que los valores mínimos que señala el reglamento, y por ello se considerarán éstos como casos más desfavorables para su análisis.

Gráficamente

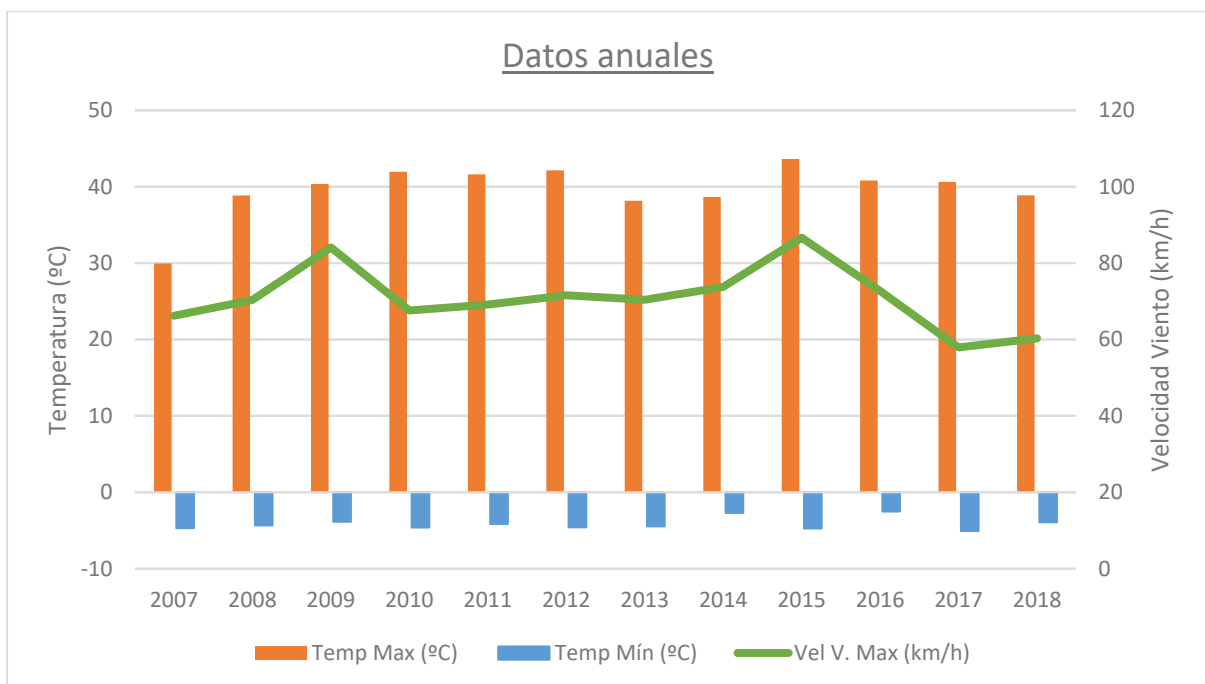


Gráfico 2-1: Datos anuales de velocidad del viento máxima y temperatura de los últimos años.

3. REGISTROS TOMADOS EN CAMPO

3.1. APOYO 26

Vano		Conductor	Cable Tierra
25 – 26	Temperatura:	25°	14°
	Vano:	452,67 m	452,67 m
	Tensión (T ^a inicial):	992,68 daN	996,00 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.454,00 m	2.400,00 m
26 – 27	Temperatura:	24°	14°
	Vano:	446,43 m	446,43 m
	Tensión (T ^a inicial):	940,22 daN	927,11 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.416,00 m	2.234,00 m

3.2. APOYO 31

Vano		Conductor	Cable Tierra
30 – 31	Temperatura:	24°	14°
	Vano:	270,17 m	270,17 m
	Tensión (T ^a inicial):	1.071,03 daN	1.076,10 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.613,00 m	2.593,01 m
31 – 32	Temperatura:	24°	14°
	Vano:	201,91 m	201,91 m
	Tensión (T ^a inicial):	875,82 daN	847,35 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.319,01 m	2.041,81 m

3.3. APOYO 151

Vano		Conductor	Cable Tierra
150 – 151	Temperatura:	28°	28°
	Vano:	264,19 m	264,19 m
	Tensión (T ^a inicial):	936,76 daN	938,25 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.410,78 m	2.260,84 m
151 – 152	Temperatura:	28°	28°
	Vano:	240,98 m	240,98 m
	Tensión (T ^a inicial):	936,76 daN	938,25 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.410,78 m	2.260,84 m

3.4. APOYO 156

Vano		Conductor	Cable Tierra
155 – 156	Temperatura:	28°	28°
	Vano:	257,44 m	257,44 m
	Tensión (T ^a inicial):	936,76 daN	938,25 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.410,78 m	2.260,84 m
156 – 157	Temperatura:	28°	28°
	Vano:	282,96 m	282,96 m
	Tensión (T ^a inicial):	965,46 daN	673,96 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.454,01 m	1.624,00 m

3.5. APOYO 160

Vano		Conductor	Cable Tierra
159 – 160	Temperatura:	28°	28°
	Vano:	332,31 m	332,31 m
	Tensión (T ^a inicial):	965,46 daN	673,96 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.454,01 m	1.624,00 m
160 – 161	Temperatura:	28°	28°
	Vano:	251,44 m	251,44 m
	Tensión (T ^a inicial):	951,51 daN	864,03 daN
	Resultante:	0,664 daN/m	0,415 daN/m
	Parámetro:	1.433,00 m	2.082,00 m

ANEJO Nº3

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

ANEJO 3: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

1. CARGAS Y SOBRECARGAS A CONSIDERAR.....	4
1.1. CARGAS PERMANENTES	4
1.2. FUERZAS DEL VIENTO SOBRE LOS COMPONENTES DE LAS LÍNEAS AÉREAS	4
1.2.1. Fuerzas del viento sobre los conductores	5
1.2.2. Acción del viento	5
1.3. SOBRECARGAS MOTIVADAS POR EL HIELO	6
1.4. RESULTANTE POR SOBRECARGA DE VIENTO.....	6
1.5. DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES	7
1.5.1. Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión.....	7
1.5.2. Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de amarre	7
1.5.3. Desequilibrio en apoyos de anclaje.....	8
1.5.4. Desequilibrio en apoyos de fin de línea.....	8
1.6. ESFUERZOS LONGITUDINALES POR ROTURA DE CONDUCTORES.....	8
1.6.1. Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión.....	8
1.6.2. Rotura de conductores en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre	9
1.6.3. Rotura de conductores en apoyos de anclaje	9
1.6.4. Rotura de conductores en apoyos de fin de línea	9
2. ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES.....	10
2.1. INTRODUCCIÓN.....	10
2.2. TENSIONES MÁXIMAS DE DISEÑO.....	11
3. GRAVIVANO Y EOLOVANO	13

3.1. GRAVIVANO	13
3.2. EOLOVANO	14
3.3. GRAVIVANO Y EOLOVANO EN LA LÍNEA	14
4. APOYOS.....	15
4.1. CRITERIOS DE AGOTAMIENTO.....	15
4.2. CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DE LOS DIFERENTES MATERIALES	
16	
4.3. HIPÓTESIS DE CÁLCULO.....	17
4.4. COEFICIENTES DE SEGURIDAD	19
5. ESFUERZOS SOBRE LOS APOYOS	20
5.1. APOYOS EN ALINEACIÓN.....	21
5.1.1. 1ª Hipótesis. <i>Viento</i>	21
5.1.2. 3ª Hipótesis. Desequilibrio de tracciones	23
5.1.3. 4ª Hipótesis. Rotura de conductores	24
5.2. APOYOS EN ÁNGULO	25
5.2.1. 1ª Hipótesis. <i>Viento</i>	25
5.2.2. 3ª Hipótesis. Desequilibrio de tracciones	27
5.2.3. 4ª Hipótesis. Rotura de conductores	29
5.3. ESFUERZOS EN LOS APOYOS DEL PROYECTO	31
5.3.1. Árboles de cargas. Esquemas	31
5.3.2. Árboles de cargas. Tablas.....	33
5.4. ESFUERZOS EN LA BASE DE LOS APOYOS.....	36
5.4.1. Hipótesis de viento.....	37
5.4.2. Hipótesis de desequilibrio de tracciones	38
5.4.3. Hipótesis de rotura del conductor (Se toma el más desfavorable)	39
5.4.4. Hipótesis de rotura del cable de tierra.....	40

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

5.5. ESFUERZOS TRASLADADOS A LOS RECRECIDOS.....	41
5.5.1. Apoyo 26.....	42
5.5.2. Apoyo 31.....	46
5.5.3. Apoyo 151.....	50
5.5.4. Apoyo 156.....	54
5.5.5. Apoyo 160.....	58
6. DISEÑO DE LOS RECRECIDOS	62
6.1. BASES DE PARTIDA	62
6.2. MODELADO CON EL PROGRAMA TOWER.....	65
6.2.1. Recrecido 26.....	65
6.2.2. Recrecido 31.....	70
6.2.3. Recrecido 151.....	74
6.2.4. Recrecido 156.....	78
6.2.5. Recrecido 160.....	79
7. RESULTADOS.....	80
7.1. RECRECIDO 26.....	81
7.2. RECRECIDO 31.....	83
7.3. RECRECIDO 151.....	85
7.4. RECRECIDO 156.....	87
7.5. RECRECIDO 160.....	89

1. CARGAS Y SOBRECARGAS A CONSIDERAR¹

El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la línea, cualquiera que sea la naturaleza de éstos, se efectuará bajo la acción de las cargas y sobrecargas que a continuación se indican, combinadas en la forma y en las condiciones que se fijan en los apartados siguientes.

En el caso de que puedan preverse acciones de todo tipo más desfavorables que las que a continuación se prescriben, deberá el proyectista adoptar de modo justificativo valores distintos a los establecidos.

1.1. CARGAS PERMANENTES

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso propio de los distintos elementos: conductores, aisladores, herrajes, cables de tierra -si los hubiere-, apoyos y cimentaciones.

En el caso del presente documento, los pesos propios del conductor y el cable de tierra por metro lineal son los siguientes.

P_P conductor LA-192 0,664 daN/m

P_P cable de tierra T50-7 0,391 daN/m

1.2. FUERZAS DEL VIENTO SOBRE LOS COMPONENTES DE LAS LÍNEAS AÉREAS

Se considerará un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, excepto en las líneas de categoría especial, donde se considerará un viento mínimo de 140 km/h (38,89 m/s) de velocidad. Se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

La acción del viento, en función de su velocidad V_v en km/h, da lugar a las fuerzas que a continuación se indican sobre los distintos elementos de la línea.

¹ Extracto de la ITC-LAT-07 del RLAT.

1.2.1. Fuerzas del viento sobre los conductores

La presión del viento en los conductores causa fuerzas transversales a la dirección de la línea, al igual que aumenta las tensiones sobre los conductores.

Considerando los vanos adyacentes, la fuerza del viento sobre un apoyo de alineación será, para cada conductor del haz:

$$F_c = q \cdot d \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \text{ daN},$$

Siendo:

d	diámetro del conductor, en metros
a ₁ , a ₂	longitudes de los vanos adyacentes, en metros. La semisuma de a ₁ y a ₂ es el vano de viento o eolovano, a _v .
q	presión del viento
	$= 60 \cdot \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 \text{ daN/m}^2$ para conductores de $d \leq 16 \text{ mm}$
	$= 50 \cdot \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 \text{ daN/m}^2$ para conductores de $d > 16 \text{ mm}$

En el caso de sobrecargas combinadas de hielo y de viento, se deberá considerar el diámetro incluido el espesor del manguito de hielo, para lo cual se aconseja considerar un peso volumétrico específico del hielo de valor 750 daN/m³.

La fuerza total del viento sobre los conductores en haz estará definida como la suma de las fuerzas sobre cada uno de los conductores, sin tener en cuenta posibles efectos de pantalla entre conductores, ni aún en el caso de haces de conductores de fase.

En las fuerzas del viento sobre apoyos en ángulo, ha de tenerse en cuenta la influencia del cambio en la dirección de la línea, así como las longitudes de los vanos adyacentes.

1.2.2. Acción del viento

En este caso al tratarse de una línea de categoría especial y estar situada en la Zona A, se ha de considerar un viento mínimo de 140 km/h y no es necesario tener en cuenta la acción del hielo.

Los diámetros del conductor y del cable de tierra son mayores de 16 mm, con lo que la presión producida por el viento será.

P_V conductor LA-192 1,224 daN/m

P_V cable de tierra T50-7 0,735 daN/m

1.3. SOBRECARGAS MOTIVADAS POR EL HIELO

Según el RLAT en su apartado 3.1.3, las sobrecargas serán las siguientes:

- Zona A: No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.
- Zona B: Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: $0,18 \times \sqrt{d}$ daN por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.
- Zona C: Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: $0,36 \times \sqrt{d}$ daN por metro lineal, siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros. Para altitudes superiores a 1500 metros, el proyectista deberá establecer las sobrecargas de hielo mediante estudios pertinentes, no pudiéndose considerar sobrecarga de hielo inferior a la indicada anteriormente.

Dado que en este caso, toda la línea discurre por la zona A, no se considerarán sobrecargas de hielo.

1.4. RESULTANTE POR SOBRECARGA DE VIENTO

El peso resultante total se obtiene mediante la suma vectorial del peso como carga permanente y la presión del viento como carga horizontal.

$$R = \sqrt{P_p^2 + P_v^2}$$

R conductor LA-192..... 1,399 daN/m

R cable de tierra T50-7 0,833 daN/m

1.5. DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES²

1.5.1. Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión

Para líneas de tensión nominal superior a 66 kV se considerará; por este concepto, un esfuerzo longitudinal equivalente al 15% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra. Este esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores y cables de tierra en el apoyo. Se deberá tener en cuenta, por consiguiente, la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar. En los apoyos de ángulo con cadena de aislamiento de suspensión se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

Para líneas de tensión nominal igual o inferior a 66 kV se considerará; por este concepto; un esfuerzo longitudinal equivalente al 8% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra. Este esfuerzo se podrá considerar distribuido en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra. En los apoyos de ángulo con cadena de aislamiento de suspensión se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

1.5.2. Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de amarre

Para líneas de tensión nominal superior a 66 kV se considerará, por este concepto, un esfuerzo equivalente al 25% de las tracciones unilaterales de los conductores y cables de tierra. Este esfuerzo se aplicará en el punto de fijación de los conductores y cables de tierra en el apoyo. Se deberá tener en cuenta, por consiguiente, la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar. En los apoyos de ángulo con cadena de aislamiento de amarre se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

² Extracto de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Para líneas de tensión nominal igual o inferior a 66 kV se considerará; por este concepto, un esfuerzo equivalente al 15% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra. Este esfuerzo se podrá considerar distribuido en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra. En los apoyos de ángulo con cadena de aislamiento de amarre se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

1.5.3. Desequilibrio en apoyos de anclaje

No se contempla este tipo de apoyos en el presente proyecto.

1.5.4. Desequilibrio en apoyos de fin de línea

No se contempla este tipo de apoyos en el presente proyecto.

1.6. ESFUERZOS LONGITUDINALES POR ROTURA DE CONDUCTORES

Se considerará la rotura de los conductores (uno o varios) de una sola fase o cable de tierra por apoyo, independientemente del número de circuitos o cables de tierra instalados en él. Este esfuerzo se considerará aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo, teniendo en cuenta la torsión producida en el caso de que aquel esfuerzo sea excéntrico.

1.6.1. Rotura de conductores en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión

Se considerará el esfuerzo unilateral, correspondiente a la rotura de un solo conductor o cable de tierra.

En los apoyos de ángulo con cadena de aislamiento de suspensión se valorará, además del esfuerzo de torsión que se produce según lo indicado, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

Previas las justificaciones pertinentes, podrá tenerse en cuenta la reducción de este esfuerzo, mediante dispositivos especiales adoptados para este fin; así como la que pueda originar la desviación de la cadena de aisladores de suspensión.

Teniendo en cuenta este último concepto, el valor mínimo admisible del esfuerzo de rotura que deberá considerarse será: el 50% de la tensión del cable roto en las líneas con uno o dos conductores por fase, y el 75% de la tensión del cable roto en las líneas con tres conductores por fase, no pudiéndose considerar reducción alguna por desviación de la cadena en las líneas con cuatro o más conductores por fase.

Tabla 2. Esfuerzo de rotura aplicable (% de la tensión del cable roto)

Número de conductores por fase	%
1	50
2	50
3	75
≥4	100

Tabla 1-1: Tabla 2. ITC-07 RLAT

1.6.2. Rotura de conductores en apoyos de alineación y ángulo con cadenas de amarre

Se considerará el esfuerzo correspondiente a la rotura de un solo conductor por fase o cable de tierra, sin reducción alguna de su tensión.

En los apoyos de ángulo con cadenas de amarre se valorará, además del esfuerzo de torsión que se produce según lo indicado, el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia en su punto de aplicación.

1.6.3. Rotura de conductores en apoyos de anclaje

No se contempla este tipo de apoyos en el presente proyecto.

1.6.4. Rotura de conductores en apoyos de fin de línea

No se contempla este tipo de apoyos en el presente proyecto.

2. ECUACIÓN DE CAMBIO DE CONDICIONES

2.1. INTRODUCCIÓN

Los conductores y cables de tierra de las líneas eléctricas aéreas están afectador por:

- Variaciones de temperatura.
- La acción del viento.
- La formación de hielo.

Estos factores afectan a la tensión mecánica, a la longitud del conductor y a la flecha. Por lo tanto se busca relacionar distintos estados de temperatura y tense que dependen de estos factores, mediante la *Ecuación de cambio de condiciones*.

Para un cable dado, tendido a una longitud de vano determinada, conocido un estado *inicial* a una tensión o flecha, a una temperatura y una sobrecarga, es posible conocer la tensión o flecha a otra temperatura y otra sobrecarga, estado *final*.

$$T^2 \cdot (T + A) = B$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[\delta \cdot (t - t_0) + \frac{a^2 \cdot P_{t_0}^2}{24 \cdot T_0^2} \right] - T_0$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{P_t^2}{24}$$

Siendo:

- T_0, T : Tensión del cable en condiciones iniciales y finales, en daN.
- t_0, t : Temperatura del cable en condiciones iniciales y finales, en °C.
- P_{t_0}, P_t : Carga del cable en condiciones iniciales y finales, en daN/m.
- a : Vano de cálculo en m.
- S : Sección del cable en mm².
- E : Módulo de elasticidad del cable en daN/mm².
- δ : Coeficiente de dilatación lineal del cable en °C⁻¹.

2.2. TENSIONES MÁXIMAS DE DISEÑO

Se ha visto que con la Ecuación de Cambio de condiciones es posible pasar de unas tensiones iniciales a las tensiones reales del proyecto.

El proceso de cálculo se basa en un método iterativo hasta cometer un error admisible.

Para este proyecto se ha utilizado una hoja de Excel en la cual se han introducido los valores y con la función “*buscar objetivo*” se ha logrado el resultado final.

Para más detalle sobre esta función ver el *ANEJO 2: SOFTWARE UTILIZADO*.

A continuación se mostrarán tablas en las que aparecen todas las tensiones máximas horizontales en cada uno de los vanos en función del vano anterior, posterior y medio, tanto para el conductor como para el cable de tierra.

En el apartado 2 de este mismo Anejo se muestran los datos iniciales.

Al tratarse de una línea de categoría especial que discurre por zona A, las condiciones finales para calcular las tensiones máximas según el apdo 3.2.1 son:

Tabla 4. Condiciones de las hipótesis que limitan la tracción máxima admisible

ZONA A			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga Viento	Sobrecarga hielo
Tracción máxima viento	-5	Según el apartado 3.1.2 Mínimo 120 ó 140 km/h según la tensión de línea	No se aplica

Tabla 2-1: Tabla 4. ITC-07 RLAT

Por lo tanto, partiendo de las hipótesis iniciales de los datos tomados en campo y aplicando la ecuación de cambio de condiciones con sus correspondientes iteraciones obtenemos las tablas siguientes, tanto para el conductor LA-192 como la para el cable de tierra AC 50-7.

Estas tensiones serán las utilizadas más adelante para calcular los esfuerzos en los apoyos para las diferentes hipótesis de cálculo.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

CONDUCTOR LA-192									
Apoyo	Cadena	Vano (m)		Estado Inicial			Estado Final		
				Peso pto (dN/m)	Temp to (°C)	Tense To (daN)	Peso pt (dN/m)	Temp t (°C)	Tense T (daN)
26	Amarre	anterior	452,67	0,677	27	992,68	1,399	-5	2.048,05
		posterior	446,43			940,22			1.946,70
31	Amarre	anterior	270,17	0,677	24	1.071,03	1,399	-5	2.142,65
		posterior	201,91			875,82			1.810,38
151	Suspensión	medio	252,59	0,677	28	936,76	1,399	-5	1.955,33
156	Amarre	anterior	251,44	0,677	28	936,76	1,399	-5	2.004,55
		posterior	282,96			965,46			1.954,82
160	Amarre	anterior	332,31	0,677	28	965,46	1,399	-5	2.002,56
		posterior	251,44			951,51			1.981,68

Tabla 2-2: Tensiones máximas Conductor LA-192

CABLE DE TIERRA AC 50-7									
Apoyo	Cadena	Vano (m)		Estado Inicial			Estado Final		
				Peso pto (dN/m)	Temp to (°C)	Tense To (daN)	Peso pt (dN/m)	Temp t (°C)	Tense T (daN)
26	Amarre	anterior	452,67	0,391	14	996,00	0,833	-5	1.760,24
		posterior	446,43			927,11			1.674,36
31	Amarre	anterior	270,17	0,391	14	1.076,10	0,833	-5	1.640,57
		posterior	201,91			847,35			1.334,47
151	Suspensión	medio	252,59	0,391	28	938,25	0,833	-5	1.566,84
156	Amarre	anterior	251,44	0,391	28	938,25	0,833	-5	1.599,88
		posterior	282,96			673,96			1.271,02
160	Amarre	anterior	332,31	0,391	28	673,96	0,833	-5	1.562,81
		posterior	251,44			846,03			1.266,89

Tabla 2-3: Tensiones máximas Cable de Tierra AC 50-7

3. GRAVIVANO Y EOLOVANO

3.1. GRAVIVANO

Los conductores y cables de tierra transmiten los esfuerzos verticales a la torre a través de las crucetas y la cúpula. El cálculo de estos esfuerzos se consigue con la teoría del gravivano.

Se llama gravivano a la longitud de vano que existe entre los vértices de la catenaria a ambos lados del apoyo. Sólo esta longitud ejerce esfuerzos verticales sobre el apoyo a estudio.

Dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre los vértices de las catenarias de los vanos contiguos al apoyo (ag).

En la siguiente figura se pueden observar los tramos de la catenaria que intervienen en la determinación del gravivano de un apoyo.

El vértice de la catenaria modifica su situación con respecto a cada apoyo en función del parámetro de la catenaria, que varía con la temperatura y con el coeficiente de sobrecarga de cada hipótesis.

Para cada hipótesis normal y para cada apoyo se determina el valor del gravivano del conductor y cable de tierra o fibra óptica.

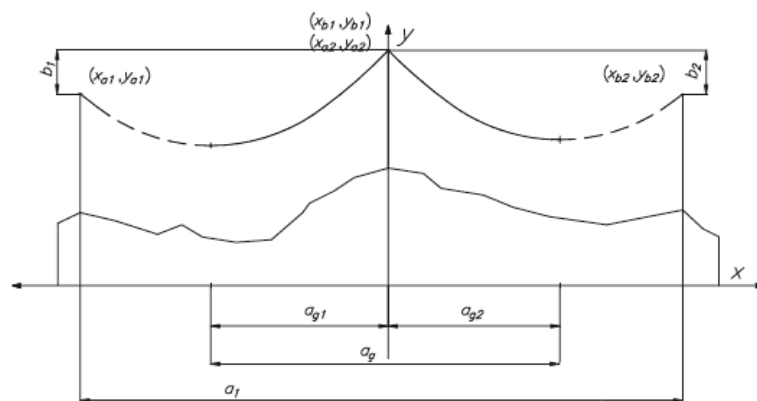


Figura 3-1: Representación gravivano

Para calcular el gravivano se utiliza la siguiente expresión.

$$a_g = \frac{a_1 + a_2}{2} + \left(\pm \frac{T_{v1} \cdot d_1}{p \cdot a_1} \pm \frac{T_{v2} \cdot d_2}{p \cdot a_2} \right), \text{ en m}$$

Siendo:

- a_1 y a_2 : vanos anterior y posterior respectivamente, en m.
- d_1 y d_2 : distancias verticales anterior y posterior respectivamente, en m.
- p : peso aparente del conductor por unidad de longitud, en daN/m.
- T_{v1} : Tense máximo de vano regulador anterior, en daN.
- T_{v2} : Tense máximo de vano regulador posterior, en daN.

3.2. EOLOVANO

Para el cálculo de los esfuerzos horizontales transversales que los conductores y cables transmiten a las crucetas y a la cúpula de tierra se emplea la teoría del eolovano.

Se define el eolovano como la longitud de vano horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo transversal que, debido a la acción del viento, los conductores y cables transmiten al apoyo. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los dos vanos contiguos al apoyo.

$$a_v = \frac{a_1 + a_2}{2}, \text{ en m}$$

Siendo:

- a_1 y a_2 : vanos anterior y posterior respectivamente, en m.

3.3. GRAVIVANO Y EOLOVANO EN LA LÍNEA

Los vanos, eolovanos y vanos de peso de cada uno de los apoyos considerados de la línea son los reflejados en la siguiente tabla.

Nº Apoyo	Vano anterior	Vano posterior	Vano de peso o gravivano	Vano de viento o eolovano
26	452,67	446,43	272,09	449,55
31	270,17	201,91	224,82	236,04
151	264,19	240,98	249,84	252,58
156	257,44	282,96	254,68	270,20
160	332,31	251,44	401,10	291,88

Tabla 3-1: Relación de Apoyos con sus vanos y gravivanos

4. APOYOS

Los cálculos mecánicos de apoyos se realizarán de forma individual y para cada una de las distintas hipótesis de carga que establece el RLAT en el apartado 3.5.3 de la ITC 07.

Estos cálculos incluirán para cada hipótesis los esfuerzos individuales que cada conductor y cable transmiten a la cruceta y a la cúpula de tierra.

Para el diseño de los recrecidos se tendrán en cuenta los esfuerzos de cada una de las hipótesis de cálculo de los apoyos sin recrecer y se trasladarán dichos esfuerzos a la base, donde irán situados los recrecidos. De esta manera se podrán conocer los esfuerzos máximos a los que éstos estarán sometidos.

Las distintas hipótesis de carga a considerar en el cálculo mecánico de apoyos serán las establecidas en el apartado 3.5.3 del ITC-07 del REAT, siendo las siguientes:

- | | |
|----------------------|---|
| Hipótesis normales: | 1ª hipótesis: viento |
| | 2ª hipótesis: hielo |
| Hipótesis anormales: | 3ª hipótesis: Desequilibrio de tracciones |
| | 4ª hipótesis: Rotura de conductores |

4.1. CRITERIOS DE AGOTAMIENTO³

El cálculo de la resistencia mecánica y estabilidad de los apoyos, cualquiera que sea su naturaleza y la de los elementos de que estén constituidos, se efectuará suponiendo aquellos sometidos a los esfuerzos que se fijan en los párrafos siguientes y con los coeficientes de seguridad señalados para cada caso en el apartado 3.5.4.

Los criterios de agotamiento, a considerar en el cálculo mecánico de los apoyos, serán según los casos:

- a) Rotura (descohesión).
- b) Fluencia (deformaciones permanentes).
- c) Inestabilidad (pandeo o inestabilidad general).
- d) Resiliencia (resistencia a bajas temperaturas)

³ Extracto de la ITC-LAT-07 del RLAT.

4.2. CARACTERÍSTICAS RESISTENTES DE LOS DIFERENTES MATERIALES

La característica básica de los materiales será la carga de rotura o el límite de fluencia, según los casos, con su valor mínimo garantizado.

Para la madera, en el caso de no disponer de sus características exactas, puede adoptarse como base del cálculo una carga de rotura de 500 daN/cm², para las coníferas, y de 400 daN/cm², para el castaño debiendo tenerse presente la reducción con el tiempo de la sección de la madera en el empotramiento.

El límite de fluencia de los aceros se considerará igual al límite elástico convencional. Los perfiles utilizados serán de acero cuyo límite elástico sea igual o superior a 275 N/mm², según norma UNE-EN 10025.

Para el cálculo de los elementos metálicos de los apoyos, el proyectista podrá emplear cualquier método sancionado por la técnica, siempre que cuente con una amplia experiencia de su aplicación, confirmada además por ensayos.

La esbeltez máxima permitida será:

- a) Montantes: 150
- b) Celosías: 200
- c) Rellenos: 250

En las uniones de los elementos metálicos, los límites de agotamiento de los elementos de las uniones serán los siguientes, expresados en función del límite de fluencia del material:

- a) Tornillos calibrados a cortadura 1,0
- b) Perfiles al aplastamiento con tornillos calibrados 2,5
- c) Tornillos a tracción 0,8

La calidad mínima de los tornillos será calidad 5.6 según las normas UNE-EN ISO 898-1 y UNEEN 20.898-2, de 300 N/mm² de límite de fluencia.

En las uniones por soldadura, se adoptará como límite de agotamiento del material que las constituye el establecido para cada tipo de soldadura en la correspondiente norma UNE 14035, “Cálculo de los cordones de soldadura solicitados por cargas estáticas”.

4.3. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

Las diferentes hipótesis que se tendrán en cuenta en el cálculo de los apoyos serán las que se especifican en las tablas adjuntas, 5, 6, 7 y 8 según el tipo de apoyo.

En el caso de los apoyos especiales, se considerarán las distintas acciones definidas en el apartado 3.1, que pueden corresponderles de acuerdo con su función, combinadas en unas hipótesis definidas con los mismos criterios utilizados en las hipótesis de los apoyos normales.

En las líneas de tensión nominal hasta 66 kV, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6600 daN, se puede prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis, cuando en la línea se verifiquen simultáneamente las siguientes condiciones:

- a) Que los conductores y cables de tierra tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
- b) Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- c) Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

El presente proyecto está contemplado en la Zona A, por lo que sólo se mostrarán las tablas de hipótesis que hagan referencia a esta zona. Y solamente se consideran apoyos de alineación y ángulo, por lo que no se mostrarán las tablas de hipótesis de Anclaje o Fin de línea.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Tabla 5. APOYOS DE LÍNEAS SITUADAS EN ZONA A (I)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)		ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)		ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.		V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal <i>Tabla 4-1: Tabla 5. ITC-07 RLAT</i>		

4.4. COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Los coeficientes de seguridad de los apoyos serán diferentes según el carácter de la hipótesis de cálculo a que han de ser aplicados. En este sentido, las hipótesis se clasifican de acuerdo con la tabla siguiente.

Tabla 9. Hipótesis de cálculo según el tipo de apoyo

Tipo de apoyo	Hipótesis normales	Hipótesis anormales
Alineación	1 ^a , 2 ^a	3 ^a , 4 ^a
Angulo	1 ^a , 2 ^a	3 ^a , 4 ^a
Anclaje	1 ^a , 2 ^a	3 ^a , 4 ^a
Fin de línea	1 ^a , 2 ^a	4 ^a

Tabla 4-2: Tabla 9. ITC-07 RLAT

Elementos metálicos.- El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.

Cuando la resistencia mecánica de los apoyos completos se comprobare mediante ensayo en verdadera magnitud, los anteriores valores podrán reducirse a 1,45 y 1,15, respectivamente.

5. ESFUERZOS SOBRE LOS APOYOS

Para calcular los esfuerzos que se trasladan a los recrecidos se necesitan conocer los esfuerzos que reciben los apoyos y éstos trasladan a la base como momentos.

En este caso aparecen dos tipos de apoyos, *apoyos en alineación* y *apoyos en ángulo*, entre los cuáles se diferencian entre *apoyos en suspensión* y *apoyos en amarre*.

Se recuerda que estamos en zona A, por lo que no se tendrá en cuenta la acción del hielo. Además se trata de una línea de categoría especial, por lo que se considerará la acción de un viento de 140 km/h.

5.1. APOYOS EN ALINEACIÓN

5.1.1. 1ª Hipótesis. *Viento*

Cargas verticales

Los esfuerzos verticales son debidos a las cargas permanentes de los elementos que soportan al conductor, incluido éste. Peso del conductor, peso de la cadena y peso de los herrajes.

Suspensión

$$F_V = P_{Cond} + P_{Cadena} + P_{Herrajes}$$

Peso del conductor:

$$P_{Cond} = n \cdot p_p \cdot a_g \text{ (daN)}$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- p_p : peso propio del conductor, en daN/m
- a_g : gravivano, en m

Amarre

$$F_V = P_{Cond} + P_{Cadena} + P_{Herrajes}$$

Peso del conductor:

$$P_{Cond} = n \cdot p_p \cdot a_g \text{ (daN)}$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- p_p : peso propio del conductor, en daN/m
- a_g : gravivano, en m

Cargas transversales

Esfuerzos debidos al viento.

Suspensión

$$F_T = n \cdot q \cdot d \cdot a_v \quad (daN)$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- q: presión del viento reglamentaria sobre los conductores, en daN/m²
- d: diámetro del conductor, en m
- a_v: eolovano, en m

Amarre

$$F_T = n \cdot q \cdot d \cdot a_v \quad (daN)$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- q: presión del viento reglamentaria sobre los conductores, en daN/m²
- d: diámetro del conductor, en m
- a_v: eolovano, en m

Cargas longitudinales

No hay.

5.1.2. 3ª Hipótesis. Desequilibrio de tracciones

Cargas verticales

Peso del conductor. Igual que en la hipótesis de viento.

Cargas transversales

No hay.

Cargas longitudinales

Son las cargas debidas a un mayor esfuerzo en la tracción de los cables en un vano que en el otro. Esta desigualdad provoca un desequilibrio.

Tal y como se expuso en el apartado 3.5.1 se considera el 15% de las tracciones longitudinales en los conductores para apoyos con suspensión debido a la tensión de la línea.

Suspensión

$$F_L = n \cdot (\% \text{ des}) \cdot T_V \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- % des: coeficiente de desequilibrio
- T_V : Tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, daN.

Amarre

$$F_L = n \cdot (\% \text{ des}) \cdot T_{V1} \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- % des: coeficiente de desequilibrio
- T_{V1} : Tensión horizontal en un conductor, en el vano anterior a -5°C con viento reglamentario, daN. Nota: $T_{V1} > T_{V2}$

5.1.3. 4ª Hipótesis. Rotura de conductores

Cargas verticales

Peso del conductor. Igual que en la hipótesis de viento.

Cargas transversales

No hay.

Cargas longitudinales

Son las cargas debidas al desequilibrio que provoca la rotura de uno de los conductores o cable de tierra. Esta rotura crea un esfuerzo longitudinal y un momento torsor en el apoyo.

Tal y como se expuso en el apartado 3.6.1 se considera el 50% de las tracciones longitudinales en los conductores para apoyos con suspensión debido a que tiene 2 subconductores en la línea:

Suspensión

$$F_L = (\% \text{ rot}) \cdot T_V \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- % rot: coeficiente de rotura
- T_V : Tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, daN.

Amarre

$$F_L = T_{V1} \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- T_{V1} : Tensión horizontal en un conductor, en el vano anterior a -5°C con viento reglamentario, daN. Nota: $T_{V1} > T_{V2}$

5.2. APOYOS EN ÁNGULO

5.2.1. 1ª Hipótesis. *Viento*

Cargas verticales

Los esfuerzos verticales son debidos a las cargas permanentes de los elementos que soportan al conductor, incluido éste. Peso del conductor, peso de la cadena y peso de los herrajes.

Suspensión

$$F_V = P_{Cond} + P_{Cadena} + P_{Herrajes}$$

Peso del conductor:

$$P_{Cond} = n \cdot p_p \cdot a_g \text{ (daN)}$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- p_p: peso propio del conductor, en daN/m
- a_g: gravivano, en m

Amarre

$$F_V = P_{Cond} + P_{Cadena} + P_{Herrajes}$$

Peso del conductor:

$$P_{Cond} = n \cdot p_p \cdot a_g \text{ (daN)}$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- p_p: peso propio del conductor, en daN/m
- a_g: gravivano, en m

Cargas transversales

Esfuerzos debidos al viento.

Suspensión

$$F_T = n \cdot (F_t + R_a) \text{ (daN)}$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- $F_t = q \cdot d \cdot a_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \text{ (daN)}$
- $R_a = 2 \cdot T_v \cdot \sen \frac{\alpha}{2}$
- q: presión del viento reglamentaria sobre los conductores, en daN/m²
- d: diámetro del conductor, en m
- a_v: eolovano, en m
- T_v: Tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, daN.

Amarre

$$F_T = n \cdot (F_t + R_a) \text{ (daN)}$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- $F_t = q \cdot d \cdot a_v \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \text{ (daN)}$
- $R_a = 2 \cdot T_v \cdot \sen \frac{\alpha}{2}$
- q: presión del viento reglamentaria sobre los conductores, en daN/m²
- d: diámetro del conductor, en m
- a_v: eolovano, en m
- T_v: Tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, daN.

Cargas longitudinales

No hay.

5.2.2. 3ª Hipótesis. Desequilibrio de tracciones

Cargas verticales

Peso del conductor. Igual que en la hipótesis de viento.

Cargas transversales

En este caso se considera un esfuerzo transversal por desequilibrio de tracciones debido al ángulo y la dirección de la resultante que aparece por este fenómeno.

Tal y como se expuso en el apartado 3.5.2 se considera el 25% de las tracciones longitudinales en los conductores para apoyos con suspensión debido a la tensión de la línea.

Suspensión

$$F_T = n \cdot (2 - \% \text{ des}) \cdot T_V \cdot \sen \frac{\alpha}{2} \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- % des: coeficiente de desequilibrio.
- T_V : Tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, daN.

Amarre

$$F_T = n \cdot (2 - \% \text{ des}) \cdot T_{V1} \cdot \sen \frac{\alpha}{2} \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- % des: coeficiente de desequilibrio
- T_{V1} : Tensión horizontal en un conductor, en el vano anterior a -5°C con viento reglamentario, daN. Nota: $T_{V1} > T_{V2}$

Cargas longitudinales

Son las cargas debidas a un mayor esfuerzo en la tracción de los cables en un vano que en el otro. Esta desigualdad provoca un desequilibrio.

Tal y como se expuso en el apartado 3.5.2 se considera el 25% de las tracciones longitudinales en los conductores para apoyos con suspensión debido a la tensión de la línea.

Suspensión

$$F_L = n \cdot (\% des) \cdot T_V \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad (daN)$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- % des: coeficiente de desequilibrio
- T_V : Tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, daN.

Amarre

$$F_L = n \cdot (\% des) \cdot T_{V1} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad (daN)$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- % des: coeficiente de desequilibrio
- T_{V1} : Tensión horizontal en un conductor, en el vano anterior a -5°C con viento reglamentario, daN. Nota: $T_{V1} > T_{V2}$

5.2.3. 4ª Hipótesis. Rotura de conductores

Cargas verticales

Peso del conductor. Igual que en la hipótesis de viento.

Cargas transversales

En este caso se considera un esfuerzo transversal por rotura del conductor debido al ángulo y la dirección de la resultante que aparece por este fenómeno.

Tal y como se expuso en el apartado 3.6.2 se considera el 50% de las tracciones longitudinales en los conductores para apoyos con suspensión debido a que tiene 2 subconductores en la línea.

Suspensión

$$F_T = (2 \cdot n - 1) \cdot (\% \text{ rot}) \cdot T_V \cdot \sen \frac{\alpha}{2} \quad (daN)$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- % rot: coeficiente de rotura
- T_V : Tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, daN.

Amarre

$$F_T = [n \cdot T_{V1} + (n - 1) \cdot T_{V2}] \cdot \sen \frac{\alpha}{2} \quad (daN)$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- T_{V1} : Tensión horizontal en un conductor, en el vano anterior a -5°C con viento reglamentario, daN.
- T_{V2} : Tensión horizontal en un conductor, en el vano posterior a -5°C con viento reglamentario, daN. Nota: $T_{V1} > T_{V2}$

Cargas longitudinales

Son las cargas debidas al desequilibrio que provoca la rotura de uno de los conductores o cable de tierra. Esta rotura crea un esfuerzo longitudinal y un momento torsor en el apoyo.

Tal y como se expuso en el apartado 3.6.1 se considera el 50% de las tracciones longitudinales en los conductores para apoyos con suspensión debido a que tiene 2 subconductores en la línea:

Suspensión

$$F_L = (\% \text{ rot}) \cdot T_V \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- % rot: coeficiente de rotura
- T_V : Tensión horizontal en un conductor a -5°C con viento reglamentario, daN.

Amarre

$$F_L = [n \cdot T_{V1} - (n - 1) \cdot T_{V2}] \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad (\text{daN})$$

Siendo:

- n: número de subconductores del haz.
- T_{V1} : Tensión horizontal en un conductor, en el vano anterior a -5°C con viento reglamentario, daN.
- T_{V2} : Tensión horizontal en un conductor, en el vano posterior a -5°C con viento reglamentario, daN. Nota: $T_{V1} > T_{V2}$

5.3. ESFUERZOS EN LOS APOYOS DEL PROYECTO

5.3.1. Árboles de cargas. Esquemas

Se muestran a continuación esquemas de las cargas sobre las crucetas de los apoyos. Se diferencian los esfuerzos en los apoyos del tipo alineación y los esfuerzos en los apoyos del tipo ángulo.

Alineación

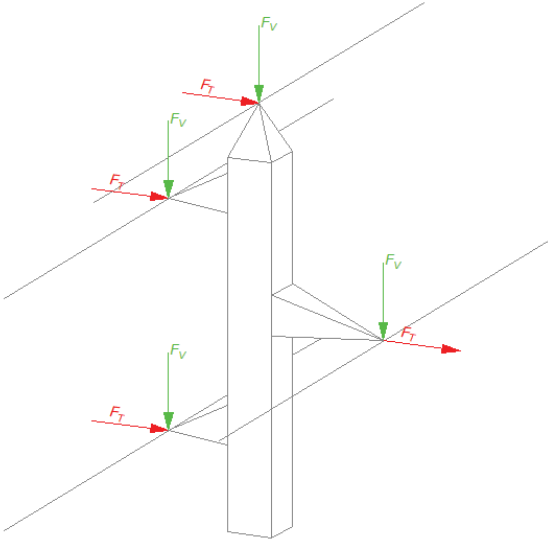
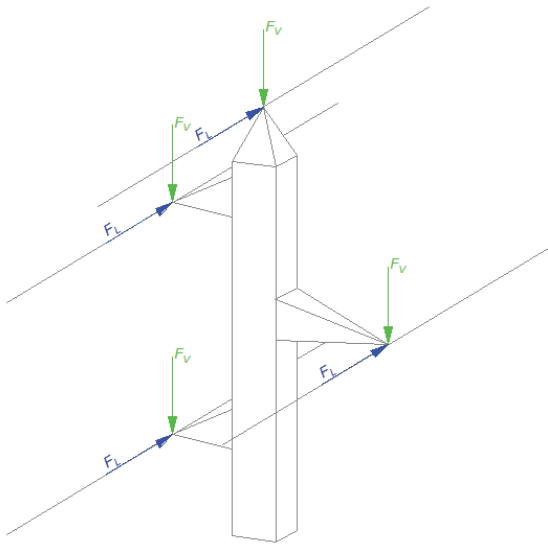
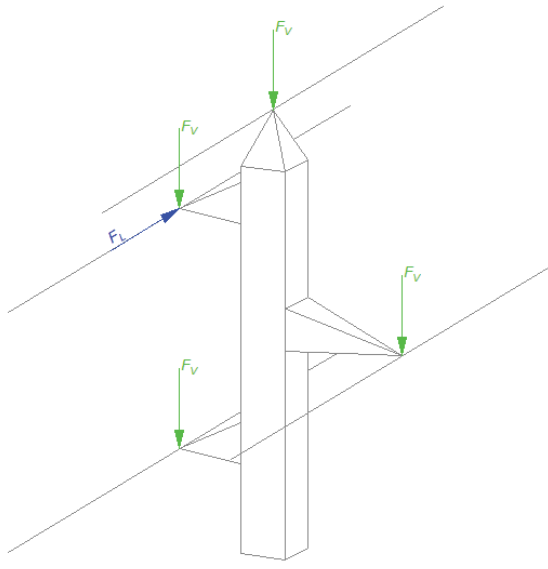
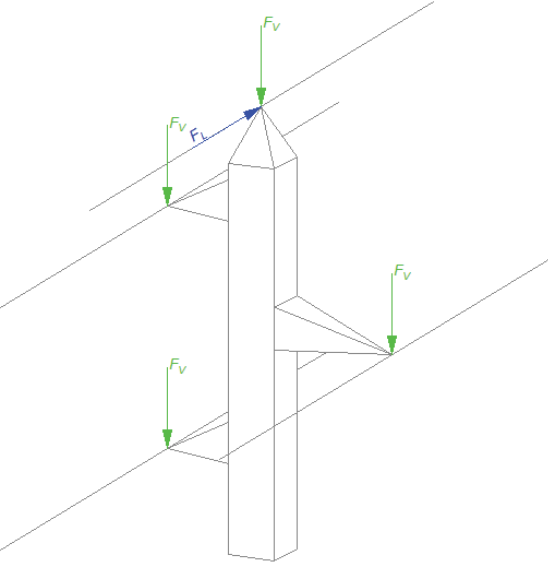
	
<p>1ª Hipotesis. <i>Viento</i> Viento = 140 km/h</p>	<p>3ª Hipotesis. <i>Desequilibrio de tracciones</i></p>
	
<p>4ª Hipotesis. <i>Rotura del conductor</i></p>	<p>4ª Hipotesis. <i>Rotura del cable de tierra</i></p>

Tabla 5-1: Esfuerzos de cada Hipótesis en apoyos de Alineación

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Ángulo

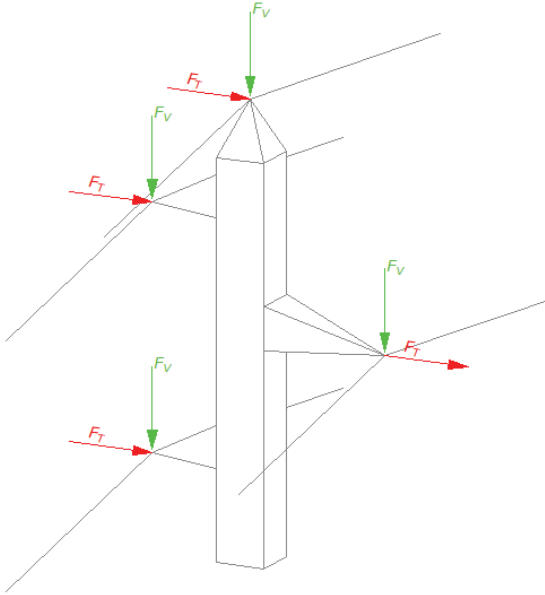
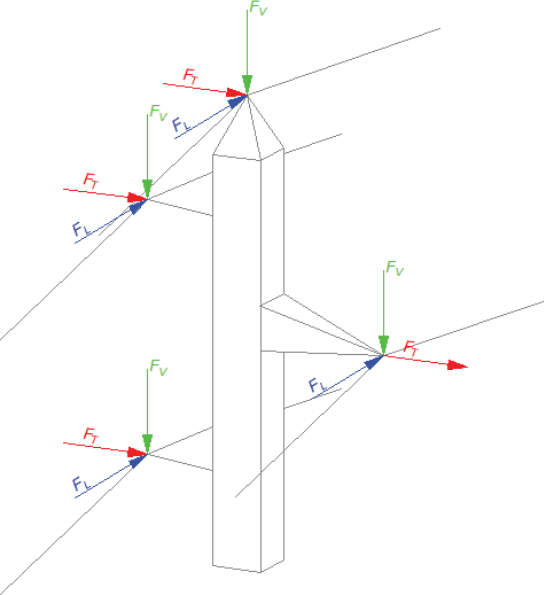
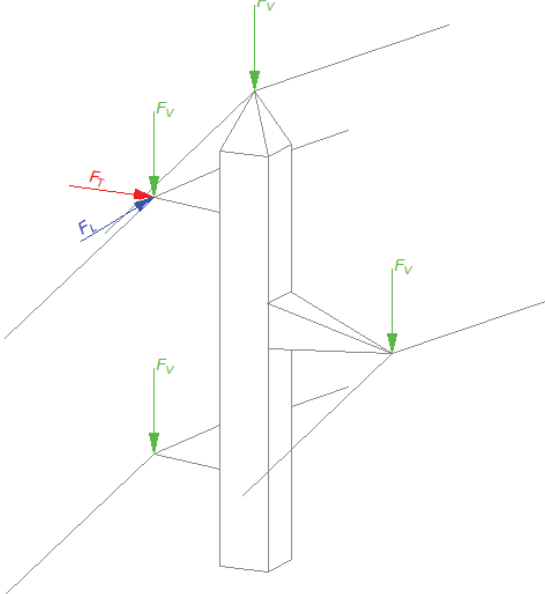
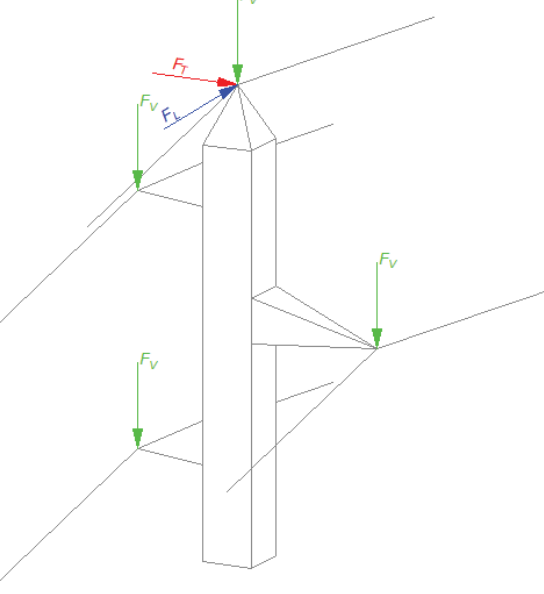
	
<p>1ª Hipotesis. <i>Viento</i> Viento = 140 km/h</p>	<p>3ª Hipotesis. <i>Desequilibrio de tracciones</i></p>
	
<p>4ª Hipotesis. <i>Rotura del conductor</i></p>	<p>4ª Hipotesis. <i>Rotura del cable de tierra</i></p>

Tabla 5-2: Esfuerzos de cada Hipótesis en apoyos de Ángulo

5.3.2. Árboles de cargas. Tablas

A continuación se muestran las tablas con los distintos esfuerzos en los apoyos del proyecto.

Se han tenido en cuenta en todos los casos los valores de tensión máxima obtenidos en el punto 4 de este mismo documento utilizando las tensiones máximas para el caso de categoría especial en Zona A.

Estas cargas están sin mayorar. Cuando se trasladen los esfuerzos a la base se les aplicará el correspondiente coeficiente de seguridad en función de la hipótesis de cara al diseño de los recrecidos.

Apoyo 26

	CONDUCTOR LA-192 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	569,93	No aplica	569,93	569,93
Transversal	1100,79	No aplica	0,00	0,00
Longitudinal	0,00	No aplica	973,31	1946,61

	CABLE DE TIERRA AC 50-7 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	106,39	No aplica	106,39	106,39
Transversal	330,42	No aplica	0,00	0,00
Longitudinal	0,00	No aplica	419,72	1678,90

Apoyo 31

	CONDUCTOR LA-192 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	505,94	No aplica	505,94	505,94
Transversal	1096,12	No aplica	454,67	389,72
Longitudinal	0,00	No aplica	902,82	5417,00

	CABLE DE TIERRA AC 50-7 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	87,90	No aplica	87,90	87,90
Transversal	371,27	No aplica	357,38	102,11
Longitudinal	0,00	No aplica	354,82	1419,28

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Apoyo 151

	CONDUCTOR LA-192 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	539,81	No aplica	539,81	539,81
Transversal	618,49	No aplica	0,00	0,00
Longitudinal	0,00	No aplica	977,07	1954,13

	CABLE DE TIERRA AC 50-7 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	97,69	No aplica	97,69	97,69
Transversal	185,65	No aplica	0,00	0,00
Longitudinal	0,00	No aplica	394,94	1579,77

Apoyo 156

	CONDUCTOR LA-192 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	546,37	No aplica	546,37	546,37
Transversal	661,62	No aplica	0,00	0,00
Longitudinal	0,00	No aplica	1002,27	2004,55

	CABLE DE TIERRA AC 50-7 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	99,58	No aplica	99,58	99,58
Transversal	198,60	No aplica	0,00	0,00
Longitudinal	0,00	No aplica	321,81	1287,25

Apoyo 160

	CONDUCTOR LA-192 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	744,58	No aplica	744,58	744,58
Transversal	714,70	No aplica	0,00	0,00
Longitudinal	0,00	No aplica	988,26	1976,52

	CABLE DE TIERRA AC 50-7 (daN)			
	1ª Hipótesis	2ª Hipótesis	3ª Hipótesis	4ª Hipótesis
Vertical	156,83	No aplica	156,83	156,83
Transversal	214,53	No aplica	0,00	0,00
Longitudinal	0,00	No aplica	385,32	1541,27

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Estos esfuerzos representan los árboles de cargas en las crucetas de los apoyos. Posteriormente se trasladan estas cargas a la base para determinar los esfuerzos totales que han de soportar los recrecidos.

5.4. ESFUERZOS EN LA BASE DE LOS APOYOS

Debido a las tensiones producidas en las crucetas por las diferentes hipótesis, aparecen una serie de momentos que provocan en las patas de los apoyos esfuerzos de tracción, compresión y cortante.

Se van a analizar estos esfuerzos teniendo en cuenta todos los actores que afecten a las patas de la estructura.

El proceso de cálculo de los esfuerzos en las patas es el siguiente.

5.4.1. Hipótesis de viento

PESOS (daN)

Peso de los conductores

$$N \cdot F_{Vcond}$$

Peso del cable de tierra

$$F_{Vtierra}$$

Peso de la torre

$$P_{torre}$$

PESO TOTAL

$$P_T = N \cdot F_{Vcond} + F_{Vtierra} + P_{torre}$$

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al VIENTO (daN·m)

Viento sobre los conductores

$$M_{cond} = F_{Tcond} \cdot (d_1 + d_2 + d_3)$$

Viento sobre el cable de tierra

$$M_{tierra} = F_{Ttierra} \cdot D$$

Viento sobre el apoyo

$$M_{apoyo} = F_{Tapoyo} \cdot h_{apoyo}$$

$$F_{Tapoyo} = q_{apoyo} \cdot S_{apoyo}$$

MOMENTO TOTAL TRANSVERSAL

$$M_T = M_{cond} + M_{tierra} + M_{apoyo}$$

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata

$$P_i = P_T/4$$

Fuerza de arranque trans. en cada pata

$$F_{arranque} = [M_T/(a/2)]/4$$

ESFUERZO DE COMPRESIÓN

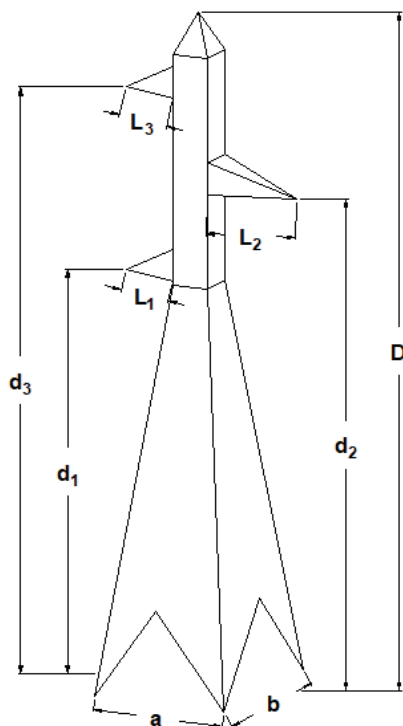
$$Compresión = P_i + F_{arranque}$$

ESFUERZO DE TRACCIÓN

$$Tracción = P_i - F_{arranque}$$

ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL

$$Cortante = (N \cdot F_{Tcond} + F_{Ttierra} + F_{Tapoyo})/4$$



Siendo:

N: Nº de fases

d₁, d₂, d₃: alturas de los conductores desde la base

D: altura total de la torre

h_{apoyo}: altura de aplicación del viento

q_{apoyo}: presión del viento = $170 \cdot \left(\frac{v_V}{120}\right)^2$ daN/m²

S_{apoyo}: área del apoyo expuesta al viento proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m²

L₁, L₂, L₃: anchos de las crucetas

*Por lo general: L₁ ≥ L₂ ≥ L₃

*En el peso de los conductores está incluido el peso de las cadenas de aisladores y los herrajes

5.4.2. Hipótesis de desequilibrio de tracciones

PESOS (daN)

Peso de los conductores

$$N \cdot F_{Vcond}$$

Peso del cable de tierra

$$F_{Vtierra}$$

Peso de la torre

$$P_{torre}$$

PESO TOTAL

$$P_T = N \cdot F_{Vcond} + F_{Vtierra} + P_{torre}$$

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES (daN·m)

Momento Transversal

$$M_{Trans} = F_{Tcond} \cdot (d_1 + d_2 + d_3) + F_{Ttierra} \cdot D$$

Momento Longitudinal

$$M_{Long} = F_{Lcond} \cdot (d_1 + d_2 + d_3) + F_{Ltierra} \cdot D$$

Momento Torsor (número de crucetas impar)

$$M_{Tors} = F_{Lcond} \cdot L_1$$

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata

$$P_i = P_T/4$$

Compresión y Tracción Transversal por pata

$$F_{Trans} = [M_{Trans}/(a/2)]/4$$

Compresión y Tracción Long. por pata

$$F_{Long} = [M_{Long}/(b/2)]/4$$

ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN

$$Compresión = P_i + F_{Trans} + F_{Long}$$

ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN

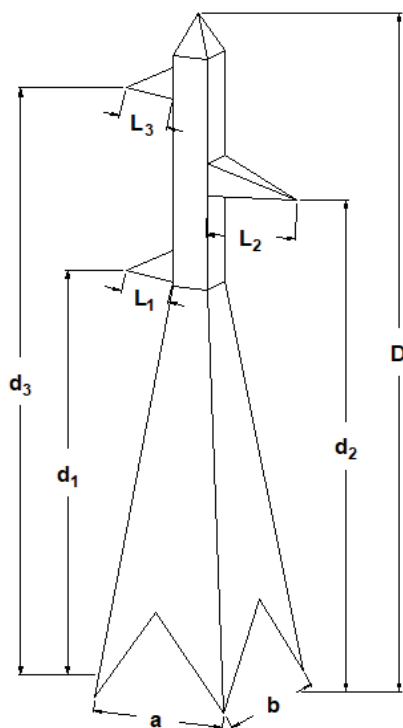
$$Tracción = P_i - F_{Trans} - F_{Long}$$

CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO

$$Cortante Transversal = F_{Trans} + T_{To}$$

CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO

$$Cortante Longitudinal = F_{Long} + L_{To}$$



Siendo:

N: N° de fases

d₁, d₂, d₃: alturas de los conductores desde la base

D: altura total de la torre

h_{apoyo}: altura de aplicación del viento

q_{apoyo}: presión del viento = $170 \cdot \left(\frac{v_v}{120}\right)^2$ daN/m²

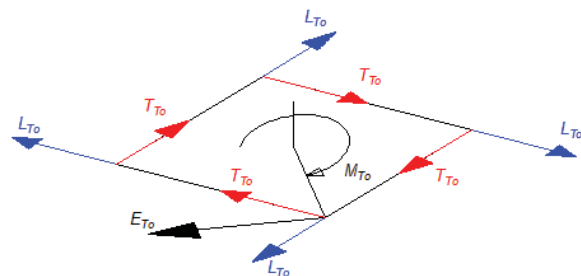
S_{apoyo}: área del apoyo expuesta al viento proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m²

L₁, L₂, L₃: anchos de las crucetas

*Por lo general: L₁ ≥ L₂ ≥ L₃

Esfuerzos cortantes debidos al Momento torsor

*En el peso de los conductores está incluido el peso de las cadenas de aisladores y los herrajes



5.4.3. Hipótesis de rotura del conductor (Se toma el más desfavorable)

PESOS (daN)

Peso de los conductores

$$N \cdot F_{Vcond}$$

Peso del cable de tierra

$$F_{Vtierra}$$

Peso de la torre

$$P_{torre}$$

PESO TOTAL

$$P_T = N \cdot F_{Vcond} + F_{Vtierra} + P_{torre}$$

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CONDUCTOR (daN·m)

Momento Transversal

$$M_{Trans} = F_{Tcond} \cdot d_3$$

Momento Longitudinal

$$M_{Long} = F_{Lcond} \cdot d_3$$

Momento Torsor (cruceta superior)

$$M_{Tors} = F_{Lcond} \cdot L_3$$

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata

$$P_i = P_T/4$$

Compresión y Tracción Transversal por pata

$$F_{Trans} = [M_{Trans}/(a/2)]/4$$

Compresión y Tracción Long. por pata

$$F_{Long} = [M_{Long}/(b/2)]/4$$

ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN

$$Compresión = P_i + F_{Trans} + F_{Long}$$

ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN

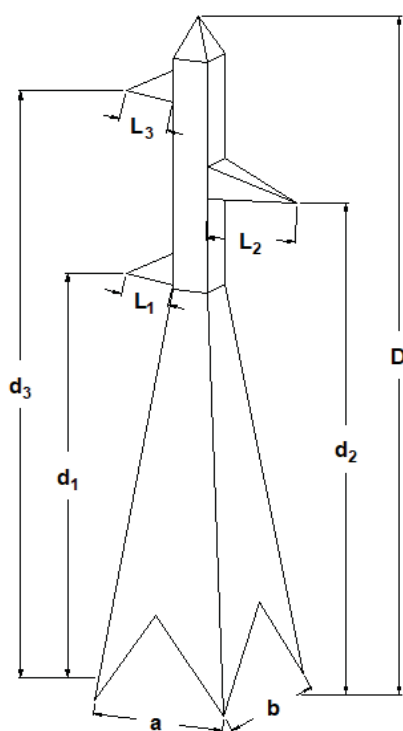
$$Tracción = P_i - F_{Trans} - F_{Long}$$

CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO

$$Cortante Transversal = F_{Trans} + T_{To}$$

CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO

$$Cortante Longitudinal = F_{Long} + L_{To}$$



Siendo:

N: N° de fases

d1, d2, d3: alturas de los conductores desde la base

D: altura total de la torre

h_{apoyo}: altura de aplicación del viento

q_{apoyo}: presión del viento = $170 \cdot \left(\frac{v_v}{120}\right)^2$ daN/m²

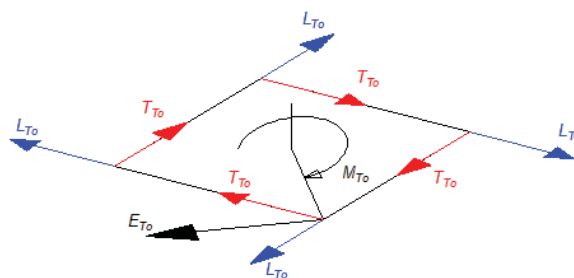
S_{apoyo}: área del apoyo expuesta al viento proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m²

L1, L2, L3: anchos de las crucetas

*Por lo general: L1 ≥ L2 ≥ L3

*En el peso de los conductores está incluido el peso de las cadenas de aisladores y los herrajes

Esfuerzos cortantes debidos al Momento torsor



5.4.4. Hipótesis de rotura del cable de tierra

PESOS (daN)

Peso de los conductores

$$N \cdot F_{Vcond}$$

Peso del cable de tierra

$$F_{Vtierra}$$

Peso de la torre

$$P_{torre}$$

PESO TOTAL

$$P_T = N \cdot F_{Vcond} + F_{Vtierra} + P_{torre}$$

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CABLE DE TIERRA (daN·m)

Momento Transversal

$$M_{Trans} = F_{Vtierra} \cdot D$$

Momento Longitudinal

$$M_{Long} = F_{Ltierra} \cdot D$$

Momento Torsor

No hay. Cable de tierra en el centro de la cúpula

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata

$$P_i = P_T/4$$

Compresión y Tracción Transversal por pata

$$F_{Trans} = [M_{Trans}/(a/2)]/4$$

Compresión y Tracción Long. por pata

$$F_{Long} = [M_{Long}/(b/2)]/4$$

ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN

$$Compresión = P_i + F_{Trans} + F_{Long}$$

ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN

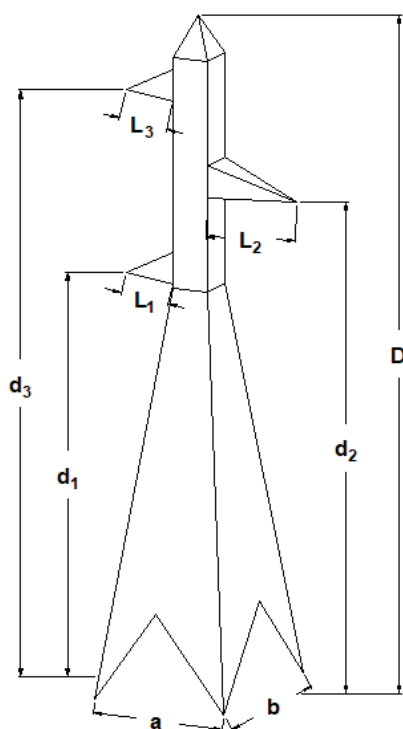
$$Tracción = P_i - F_{Trans} - F_{Long}$$

CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO

$$Cortante Transversal = F_{Trans}$$

CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO

$$Cortante Longitudinal = F_{Long}$$



Siendo:

N: Nº de fases

d₁, d₂, d₃: alturas de los conductores desde la base

D: altura total de la torre

h_{apoyo}: altura de aplicación del viento

q_{apoyo}: presión del viento = $170 \cdot \left(\frac{v_v}{120}\right)^2$ daN/m²

S_{apoyo}: área del apoyo expuesta al viento proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m²

L₁, L₂, L₃: anchos de las cruceas

*Por lo general: L₁ ≥ L₂ ≥ L₃

*En el peso de los conductores está incluido el peso de las cadenas de aisladores y los herrajes

5.5. ESFUERZOS TRASLADADOS A LOS RECRECIDOS

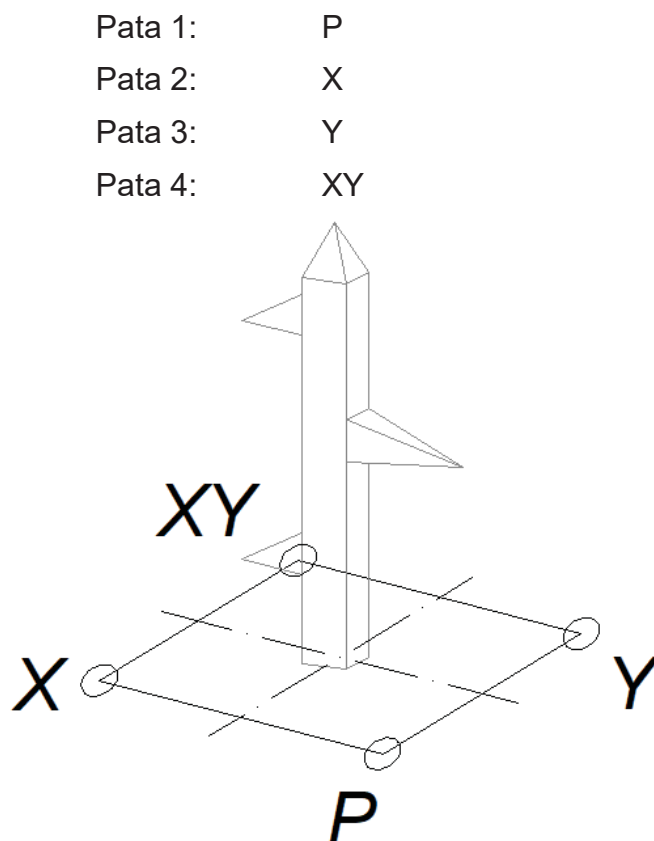
Por último se van a mostrar los esfuerzos de forma individual para cada apoyo y cómo afectarán éstos a los recrecidos. Así se podrán conocer cuáles son las cargas que han de soportar las estructuras del recrecido.

Tal y como indica el apartado 3.5.4 de la ITC-07 del RLAT:

“Elementos metálicos.- El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.”

Por lo que se han aplicado estos coeficientes al resultado final y además se han pasado a kiloNewton dividiendo entre 10^2 .

Las patas del apoyo se han nombrado acorde al programa de cálculo Tower de la empresa Powerline System Inc, para un mejor entendimiento en capítulos posteriores. Más información sobre este software en el *ANEJO 2: SOFTWARE UTILIZADO*.



RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

5.5.1. Apoyo 26

Hipótesis de viento

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.709,80
Peso del cable de tierra	106,39
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.316,19

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al VIENTO (daN·m)

Viento sobre los conductores	73.576,51
Viento sobre el cable de tierra	9.592,07
Viento sobre el apoyo	41.725,82
MOMENTO TOTAL TRANSVERSAL	124.894,41

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.829,05
Fuerza de arranque trans. en cada pata	11.013,62
ESFUERZO DE COMPRESIÓN	12.842,66
ESFUERZO DE TRACCIÓN	- 9.184,57
ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL	1.822,18

1ª Hipótesis: VIENTO	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,50</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	192,640 kN	27,333 kN	-
<i>Pata 2</i>	- 137,769 kN	27,333 kN	-
<i>Pata 3</i>	192,640 kN	27,333 kN	-
<i>Pata 4</i>	- 137,769 kN	27,333 kN	-

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de desequilibrio de tracciones

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.709,80
Peso del cable de tierra	106,39
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.316,19

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	77.240,42
Momento Torsor (número de crucetas impar)	3.990,56

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.829,05
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	6.811,32
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	8.640,37
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 4.982,28
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	1.010,86
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	175,95

3ª Hipótesis: DESEQUILIBRIO	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,50</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	- 59,787 kN	2,111 kN	12,130 kN
<i>Pata 2</i>	- 59,787 kN	2,111 kN	7,907 kN
<i>Pata 3</i>	103,684 kN	- 2,111 kN	12,130 kN
<i>Pata 4</i>	103,684 kN	- 2,111 kN	7,907 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del conductor (Se toma el más desfavorable)

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.709,80
Peso del cable de tierra	106,39
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.316,19

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CONDUCTOR (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	50.183,71
Momento Torsor (cruceta superior)	7.591,79

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.829,05
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	4.425,37
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	6.254,42
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 2.596,32
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	821,39
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	334,74

4ª Hipótesis: ROTURA COND	Vertical	Cortante	
CS = 1,20		Transversal	Longitudinal
Pata 1	- 31,156 kN	- 4,017 kN	1,823 kN
Pata 2	- 31,156 kN	- 4,017 kN	9,857 kN
Pata 3	75,053 kN	4,017 kN	1,823 kN
Pata 4	75,053 kN	4,017 kN	9,857 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del cable de tierra

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.709,80
Peso del cable de tierra	106,39
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.316,19

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CABLE DE TIERRA (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	48.738,33
Momento Torsor	-

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.829,05
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	4.297,91
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	6.126,96
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 2.468,87
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	419,72
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	-

4ª Hipótesis: ROTURA CT	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,20</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	- 29,626 kN	-	5,037 kN
<i>Pata 2</i>	- 29,626 kN	-	5,037 kN
<i>Pata 3</i>	73,524 kN	-	5,037 kN
<i>Pata 4</i>	73,524 kN	-	5,037 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

5.5.2. Apoyo 31

Hipótesis de viento

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.517,83
Peso del cable de tierra	87,90
Peso de la torre	4.700,00
PESO TOTAL	6.305,73

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al VIENTO (daN·m)

Viento sobre los conductores	57.294,00
Viento sobre el cable de tierra	8.980,98
Viento sobre el apoyo	27.670,31
MOMENTO TOTAL TRANSVERSAL	93.945,29

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.576,43
Fuerza de arranque trans. en cada pata	10.301,02
ESFUERZO DE COMPRESIÓN	11.877,45
ESFUERZO DE TRACCIÓN	- 8.724,59
ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL	1.612,54

1ª Hipótesis: VIENTO	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,50</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	178,162 kN	24,188 kN	-
<i>Pata 2</i>	- 130,869 kN	24,188 kN	-
<i>Pata 3</i>	178,162 kN	24,188 kN	-
<i>Pata 4</i>	- 130,869 kN	24,188 kN	-

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de desequilibrio de tracciones

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.517,83
Peso del cable de tierra	87,90
Peso de la torre	4.700,00
PESO TOTAL	6.305,73

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES (daN·m)

Momento Transversal	32.410,55
Momento Longitudinal	55.773,58
Momento Torsor (número de crucetas impar)	3.701,57

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.576,43
Compresión y Tracción Transversal por pata	3.553,79
Compresión y Tracción Long. por pata	6.115,52
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	11.245,75
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 8.092,88
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	968,76
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	633,28

3ª Hipótesis: DESEQUILIBRIO	Vertical	Cortante	
CS = 1,50		Transversal	Longitudinal
<i>Pata 1</i>	- 97,115 kN	7,599 kN	11,625 kN
<i>Pata 2</i>	- 97,115 kN	7,599 kN	6,755 kN
<i>Pata 3</i>	134,949 kN	2,729 kN	11,625 kN
<i>Pata 4</i>	134,949 kN	2,729 kN	6,755 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del conductor (Se toma el más desfavorable)

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.517,83
Peso del cable de tierra	87,90
Peso de la torre	4.700,00
PESO TOTAL	6.305,73

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CONDUCTOR (daN·m)

Momento Transversal	8.156,85
Momento Longitudinal	113.377,77
Momento Torsor (cruceta superior)	21.126,29

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.576,43
Compresión y Tracción Transversal por pata	894,39
Compresión y Tracción Long. por pata	12.431,77
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	14.902,60
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 11.749,73
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	2.512,49
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	1.255,67

4ª Hipótesis: ROTURA COND	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,20</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	- 140,997 kN	- 9,222 kN	2,352 kN
<i>Pata 2</i>	- 140,997 kN	- 9,222 kN	30,145 kN
<i>Pata 3</i>	178,831 kN	18,576 kN	2,352 kN
<i>Pata 4</i>	178,831 kN	18,576 kN	30,150 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del cable de tierra

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.517,83
Peso del cable de tierra	87,90
Peso de la torre	4.700,00
PESO TOTAL	6.305,73

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CABLE DE TIERRA (daN·m)

Momento Transversal	2.470,00
Momento Longitudinal	34.332,30
Momento Torsor	-

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.576,43
Compresión y Tracción Transversal por pata	270,83
Compresión y Tracción Long. por pata	3.764,51
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	5.611,77
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 2.458,91
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	354,82
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	25,53

4ª Hipótesis: ROTURA CT	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,20</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	- 29,507 kN	306,33 kN	4,258 kN
<i>Pata 2</i>	- 29,507 kN	306,33 kN	4,258 kN
<i>Pata 3</i>	67,341 kN	306,33 kN	4,258 kN
<i>Pata 4</i>	67,341 kN	306,33 kN	4,258 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

5.5.3. Apoyo 151

Hipótesis de viento

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.619,44
Peso del cable de tierra	97,69
Peso de la torre	4.500,00
PESO TOTAL	6.217,13

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al VIENTO (daN·m)

Viento sobre los conductores	35.402,34
Viento sobre el cable de tierra	4.535,43
Viento sobre el apoyo	20.619,82
MOMENTO TOTAL TRANSVERSAL	60.557,58

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.554,28
Fuerza de arranque trans. en cada pata	15.026,70
ESFUERZO DE COMPRESIÓN	16.580,98
ESFUERZO DE TRACCIÓN	- 13.472,41
ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL	1.013,55

1ª Hipótesis: VIENTO	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,50</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	248,715 kN	15,203 kN	-
<i>Pata 2</i>	- 202,086 kN	15,203 kN	-
<i>Pata 3</i>	248,715 kN	15,203 kN	-
<i>Pata 4</i>	- 202,086 kN	15,203 kN	-

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de desequilibrio de tracciones

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.619,44
Peso del cable de tierra	97,69
Peso de la torre	4.500,00
PESO TOTAL	6.217,13

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	65.575,78
Momento Torsor (número de crucetas impar)	4.152,53

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.554,28
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	16.271,91
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	17.826,19
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 14.717,62
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	1.346,74
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	515,20

3ª Hipótesis: DESEQUILIBRIO	Vertical	Cortante	
CS = 1,50		Transversal	Longitudinal
<i>Pata 1</i>	- 176,611 kN	6,182 kN	16,161 kN
<i>Pata 2</i>	- 176,611 kN	6,182 kN	3,796 kN
<i>Pata 3</i>	213,914 kN	- 6,182 kN	16,161 kN
<i>Pata 4</i>	213,914 kN	- 6,182 kN	3,796 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del conductor (Se toma el más desfavorable)

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.619,44
Peso del cable de tierra	97,69
Peso de la torre	4.500,00
PESO TOTAL	6.217,13

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CONDUCTOR (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	44.124,34
Momento Torsor (cruceta superior)	7.816,54

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.554,28
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	10.948,97

ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN **12.503,25**

ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN **- 9.394,69**

CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO **1.458,33**

CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO **969,79**

4ª Hipótesis: ROTURA COND	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,20</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	- 112,736v kN	- 11,638 kN	- 5,775 kN
<i>Pata 2</i>	- 112,736 kN	- 11,638 kN	17,500 kN
<i>Pata 3</i>	150,039 kN	11,638 kN	- 5,775 kN
<i>Pata 4</i>	150,039 kN	11,638 kN	17,500 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del cable de tierra

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.709,80
Peso del cable de tierra	106,39
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.316,19

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CABLE DE TIERRA (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	38.593,89
Momento Torsor	-

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.554,28
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	9.576,65
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	11.130,93
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 8.022,37
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	394,94
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	-

4ª Hipótesis: ROTURA CT	Vertical	Cortante	
CS = 1,20		Transversal	Longitudinal
Pata 1	- 96,268 kN	-	4,739 kN
Pata 2	- 96,268 kN	-	4,739 kN
Pata 3	133,571 kN	-	4,739 kN
Pata 4	133,571 kN	-	4,739 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

5.5.4. Apoyo 156

Hipótesis de viento

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.639,10
Peso del cable de tierra	99,58
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.238,68

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al VIENTO (daN·m)

Viento sobre los conductores	33.186,97
Viento sobre el cable de tierra	4.663,06
Viento sobre el apoyo	23.539,44
MOMENTO TOTAL TRANSVERSAL	61.389,47

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.809,67
Fuerza de arranque trans. en cada pata	6.999,94
ESFUERZO DE COMPRESIÓN	8.809,61
ESFUERZO DE TRACCIÓN	- 5.190,27
ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL	1.153,84

1ª Hipótesis: VIENTO	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,50</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	132,144 kN	17,308 kN	-
<i>Pata 2</i>	- 77,854 kN	17,308 kN	-
<i>Pata 3</i>	132,144 kN	17,308 kN	-
<i>Pata 4</i>	- 77,854 kN	17,308 kN	-

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de desequilibrio de tracciones

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.639,10
Peso del cable de tierra	99,58
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.238,68

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	57.830,18
Momento Torsor (número de crucetas impar)	3.908,87

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.809,67
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	6.594,09
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	8.403,76
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 4.784,42
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	1.055,01
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	222,85

3ª Hipótesis: DESEQUILIBRIO	Vertical	Cortante	
CS = 1,50		Transversal	Longitudinal
Pata 1	- 57,413 kN	2,674 kN	12,660 kN
Pata 2	- 57,413 kN	2,674 kN	7,312 kN
Pata 3	100,845 kN	- 2,674 kN	12,660 kN
Pata 4	100,845 kN	- 2,674 kN	7,312 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del conductor (Se toma el más desfavorable)

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.639,10
Peso del cable de tierra	99,58
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.238,68

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CONDUCTOR (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	40.551,97
Momento Torsor (cruceta superior)	6.013,64

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.809,67
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	4.623,94
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	6.433,61
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 2.814,27
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	843,99
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	342,85

4ª Hipótesis: ROTURA COND	Vertical	Cortante	
CS = 1,20		Transversal	Longitudinal
Pata 1	- 33,771 kN	- 4,114 kN	1,899 kN
Pata 2	- 33,771 kN	- 4,114 kN	10,128 kN
Pata 3	77,203 kN	4,114 kN	1,899 kN
Pata 4	77,203 kN	4,114 kN	10,128 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del cable de tierra

PESOS (daN)

Peso de los conductores	1.639,10
Peso del cable de tierra	99,58
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.238,68

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CABLE DE TIERRA (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	30.224,63
Momento Torsor	-

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.809,67
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	3.446,37
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	5.256,03
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 1.636,70
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	321,81
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	-

4ª Hipótesis: ROTURA CT	Vertical	Cortante	
CS = 1,20		Transversal	Longitudinal
Pata 1	- 19,640 kN	-	3,862 kN
Pata 2	- 19,640 kN	-	3,862 kN
Pata 3	63,072 kN	-	3,862 kN
Pata 4	63,072 kN	-	3,862 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

5.5.5. Apoyo 160

Hipótesis de viento

PESOS (daN)

Peso de los conductores	2.233,73
Peso del cable de tierra	156,83
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.890,56

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al VIENTO (daN·m)

Viento sobre los conductores	35.849,18
Viento sobre el cable de tierra	5.037,12
Viento sobre el apoyo	23.539,44
MOMENTO TOTAL TRANSVERSAL	64.425,73

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.972,64
Fuerza de arranque trans. en cada pata	7.346,15
ESFUERZO DE COMPRESIÓN	9.318,79
ESFUERZO DE TRACCIÓN	- 5.373,51
ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL	1.197,63

1ª Hipótesis: VIENTO	<i>Vertical</i>	<i>Cortante</i>	
<i>CS = 1,50</i>		<i>Transversal</i>	<i>Longitudinal</i>
<i>Pata 1</i>	139.782 kN	17.964 kN	-
<i>Pata 2</i>	- 80.603 kN	17.964 kN	-
<i>Pata 3</i>	139.782 kN	17.964 kN	-
<i>Pata 4</i>	- 80.603 kN	17.964 kN	-

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de desequilibrio de tracciones

PESOS (daN)

Peso de los conductores	2.233,73
Peso del cable de tierra	156,83
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.890,56

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido al DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	58.618,43
Momento Torsor (número de crucetas impar)	3.854,22

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.972,64
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	6.683,97

ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN **8.656,61**

ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN **- 4.711,33**

CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO **1.057,26**

CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO **219,74**

3ª Hipótesis: DESEQUILIBRIO	Vertical	Cortante	
CS = 1,50		Transversal	Longitudinal
<i>Pata 1</i>	- 56,536 kN	2,637 kN	12,687 kN
<i>Pata 2</i>	- 56,536 kN	2,637 kN	7,413 kN
<i>Pata 3</i>	103,879 kN	- 2,637 kN	12,687 kN
<i>Pata 4</i>	103,879 kN	- 2,637 kN	7,413 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del conductor (Se toma el más desfavorable)

PESOS (daN)

Peso de los conductores	2.233,73
Peso del cable de tierra	156,83
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.890,56

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CONDUCTOR (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	39.985,04
Momento Torsor (cruceta superior)	5.929,57

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.972,64
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	4.559,30
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	6.531,94
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 2.586,66
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	832,19
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	1.972,64

4ª Hipótesis: ROTURA COND	Vertical	Cortante	
CS = 1,20		Transversal	Longitudinal
Pata 1	- 31,040 kN	- 4,057 kN	1,873 kN
Pata 2	- 31,040 kN	- 4,057 kN	9,986 kN
Pata 3	78,383 kN	4,057 kN	1,873 kN
Pata 4	78,383 kN	4,057 kN	9,986 kN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Hipótesis de rotura del cable de tierra

PESOS (daN)

Peso de los conductores	2.233,73
Peso del cable de tierra	156,83
Peso de la torre	5.500,00
PESO TOTAL	7.890,56

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE debido a la ROTURA DEL CABLE DE TIERRA (daN·m)

Momento Transversal	-
Momento Longitudinal	38.593,89
Momento Torsor	-

ESFUERZOS EN CADA UNA DE LAS PATAS (daN)

Peso sobre cada pata	1.554,28
Compresión y Tracción Transversal por pata	-
Compresión y Tracción Long. por pata	9.576,65
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	11.130,93
ESFUERZO MÁXIMO DE TRACCIÓN	- 8.022,37
CORTANTE TRANSVERSAL MÁXIMO	394,94
CORTANTE LONGITUDINAL MÁXIMO	-

4ª Hipótesis: ROTURA CT	Vertical	Cortante	
CS = 1,20		Transversal	Longitudinal
Pata 1	- 25,846 kN	-	4,624 kN
Pata 2	- 25,846 kN	-	4,624 kN
Pata 3	73,189 kN	-	4,624 kN
Pata 4	73,189 kN	-	4,624 kN

6. DISEÑO DE LOS RECRECIDOS

6.1. BASES DE PARTIDA

Cada uno de los recrecidos se instalará entre los anclajes existentes del apoyo y los montantes actuales. Todas las uniones entre ambas estructuras están diseñadas a doble cortadura.

El esquema unifilar del recrecido proyectado y los planos de fabricación se detallan en el *DOCUMENTO Nº2: PLANOS*.

La altura necesaria para recrecer los apoyos ha sido calculada con anterioridad, en función de la necesidad de cada caso. Como ya se ha explicado, el motivo suele ser para cumplir con las distancias de seguridad exigidas en las líneas aéreas de alta tensión en los casos de repotenciación u otro tipo de obras civiles que no respeten dichas distancias.

En este proyecto no se determinan las alturas de los recrecidos, si no que se toman como dato.

Red Eléctrica, con el fin de unificar la apariencia de estos recrecidos, propone un diseño estándar que sirve como modelo a la hora de construir la estructura.

Las patas de los recrecidos son rectas, con las mismas dimensiones en su parte superior e inferior. Esto es así para aprovechar las zapatas del apoyo original, aunque será necesario volver a realizar el cálculo de las cimentaciones.

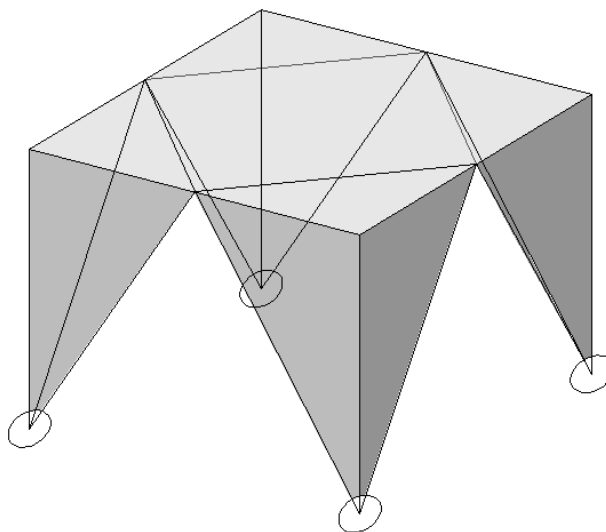


Figura 6-1: Ejemplo de recrecido según REE

El cálculo del recrecido se ha realizado mediante el software TOWER de la empresa Powerline System Inc, en su versión 11.00.

Para el cálculo de los recrecidos se ha supuesto la aplicación de las cargas generadas por los cables y el peso propio de la torre sobre la parte superior de éstos para así simular los esfuerzos finales del conjunto torre + recrecido.

Tal y como señala el apartado 3.5.2 de la ITC-07 del RLAT, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

El límite de fluencia de los aceros se considerará igual al límite elástico convencional.

Los perfiles utilizados serán de acero cuyo límite elástico sea igual o superior a 275 N/mm^2 , según norma UNE-EN 10025.

La esbeltez máxima para evitar el pandeo será:

- Montantes: 150
- Celosías: 200
- Rellenos: 250

En las uniones de los elementos metálicos, los límites de agotamiento de los elementos de las uniones serán los siguientes, expresados en función del límite de fluencia del material:

- Tornillos calibrados a cortadura 1,0
- Perfiles al aplastamiento con tornillos calibrados 2,5
- Tornillos a tracción 0,8

La calidad mínima de los tornillos será calidad 5.6 según las normas UNE-EN ISO 898-1 y UNEEN 20.898-2, de 300 N/mm^2 de límite de fluencia.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Los materiales empleados para el cálculo del recrecido a instalar son:

- Acero tipo S275 JR (perfiles inferiores a L70x7x5) con límite de fluencia y resistencia a la tracción siguientes:
 - $F_y = 275 \text{ MPa}$
 - $F_u = 390 \text{ MPa}$
- Acero tipo S355 J2 (perfiles mayores o iguales a L70x70x5) con límite de fluencia y resistencia a la tracción siguientes:
 - $F_y = 355 \text{ MPa}$
 - $F_u = 490 \text{ MPa}$
- Tornillería con las siguientes características (Calidad mínima 5.6):

Tornillo	Calidad	Diámetro (cm)	Agujero (cm)
M16	5.6	1,6	1,75
M20	5.6	2,0	2,15

Los cálculos han sido realizados en base a la información de que se dispone, así como a las mediciones y datos tomados en campo en el momento de la realización del presente proyecto.

6.2. MODELADO CON EL PROGRAMA TOWER

Cada uno de los recrecidos se ha dibujado y analizado con el programa específico de diseño de líneas eléctricas TOWER de la empresa Powerline System Inc, en su versión 11.00. Se ampliará información sobre el programa en el ANEJO 6: SOFTWARE UTILIZADO.

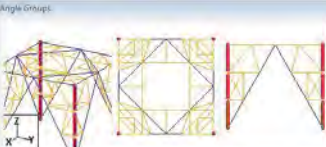
Siguiendo las pautas mencionadas anteriormente, se han dibujado los recrecidos y se les ha añadido cada uno de los perfiles con sus características particulares.

A continuación se muestran uno a uno.

6.2.1. Recrecido 26

Recrecido de 5 metros.

En primer lugar se definen las barras que van a formar parte del recrecido. Además de lo explicado anteriormente, se ha intentado guardar una correlación entre ambas estructuras, como mantener el mismo tamaño de perfil en los montantes y guardar una coherencia entre las barras diagonales y los rellenos.

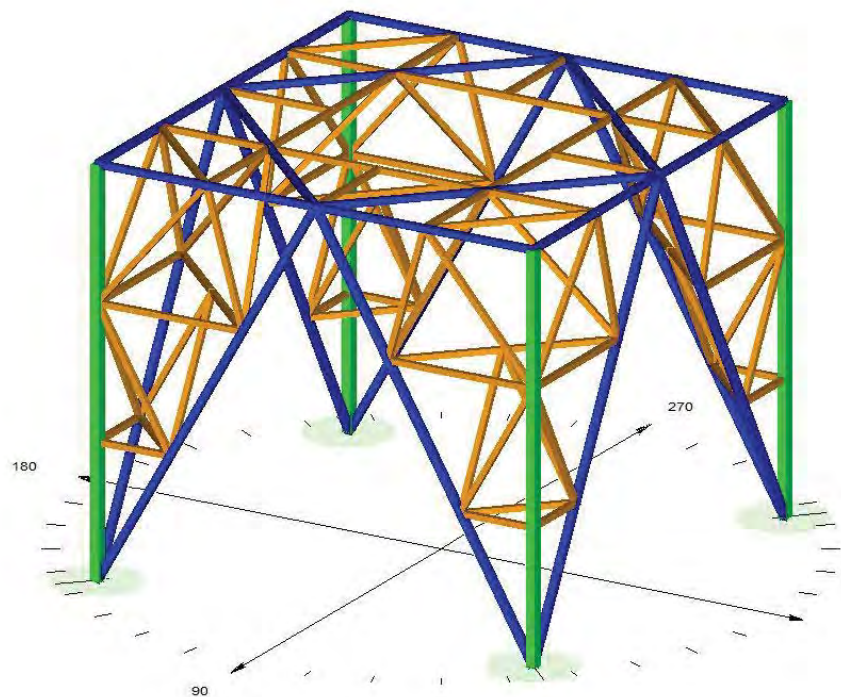


Group Label	Group Description	Angle Type	Angle Size	Material Type	Element type	Group Type	Optimize Group
1 MONTANTE	MONTANTE	L	120x120x11	S-355	Other	Other	None
2 ENCUADRAMIENTO	ENCUADRAMIENTO	L	80x80x8	S-355	Other	Other	None
3 DIAGONAL	DIAGONAL	L	90x90x9	S-355	Truss	Other	None
4 RELLENO	RELLENO	L	70x70x7	S-355	Truss	Redundant	None
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							

Barra	Perfil	Dimensiones	Material	Función
MONTANTE	L	120x120x11	S-355	Pata
ENCUADRAMIENTO	L	80x80x8	S-355	Otro
DIAGONAL	L	90x90x9	S-355	Otro
RELLENO	L	70x70x7	S-355	Relleno

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Seguidamente se dibuja la estructura, acorde a las directrices de REE.



Se definen todas las barras con sus propiedades, uniones, tornillería, agujeros...

Member Label	Group Label	Section Label	Symmetry Code	Origin Joint	End Joint	Ecc. Code	Rest. Code	Ratio RLX	Ratio RLY	Ratio RLZ	Bolt Type	# Bolts	# Bolt Holes	# Shear Planes	Connect Leg	Short Edge Dist. (cm)	Long Edge Dist. (cm)	End Dist. (cm)	Bolt Spacing (cm)	Shear Path Length (cm)	Tension Path Length (cm)	Rest. Coef.
1	MCUT	RECRECIDO	XY-Symmetry	ANCLAJEP	ANCLAJTO.535	1	4	1	1	1	1020 (8.8)	6	2	1	Both	6	0	4	12	0	0	0
2	MCUT	RECRECIDO	XY-Symmetry	ANCLAJTO.535	ANCLAJTO.678	1	4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	MCUT40	RECRECIDO	XY-Symmetry	ANCLAJTO.678	BASEP	1	4	1	1	1	1020 (8.8)	6	2	1	Both	6	0	4	12	0	0	0
4	ENC F	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP	BASEP.505	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	2	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
5	FERC FB	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP.505	BASEP.505	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	2	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
6	FERC F	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP.505	BASEP.505	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	2	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
7	FERC F	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP.505	BASEP	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	2	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
8	DIAG F	DIAGONAL	XY-Symmetry	ANCLAJEP	ANCLAJTO.535	3	6	1	1	1	1020 (8.8)	2	2	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
9	DIAG F	DIAGONAL	XY-Symmetry	ANCLAJTO.535	ANCLAJTO.678	3	6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	DIAG FB	DIAGONAL	XY-Symmetry	ANCLAJTO.678	BASEP.505	3	6	1	1	1	1020 (8.8)	2	2	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
11	ENC L	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP	BASEP.505	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	2	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
12	FERC LB	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP.505	BASEP.505	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	2	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
13	FERC L	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP.505	BASEP.505	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	2	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
14	FERC L	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP.505	BASEP	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	2	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
15	DIAG L	DIAGONAL	XY-Symmetry	ANCLAJEP	ANCLAJTO.535	3	6	1	1	1	1020 (8.8)	2	2	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
16	DIAG L	DIAGONAL	XY-Symmetry	ANCLAJTO.535	ANCLAJTO.678	3	6	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	DIAG LB	DIAGONAL	XY-Symmetry	ANCLAJTO.678	BASEP.505	3	6	1	1	1	1020 (8.8)	2	2	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
18	ENC INT	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP.505	BASEP.505	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	1	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
19	FERC INT	ENCUADRAMIENT	Y-Symmetry	BASEP.505	BASEP.505	3	6	1	1	1	1016 (8.8)	1	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
20	q14	RELLING	None	BASEP.505	BASEP.505	3	4	1	1	1	1016 (8.8)	1	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
21	q15	RELLING	None	BASEP.505	BASEP.505	3	4	1	1	1	1016 (8.8)	1	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
22	q16	RELLING	None	BASEP.505	BASEP.505	3	4	1	1	1	1016 (8.8)	1	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
23	q17	RELLING	None	BASEP.505	BASEP.505	3	4	1	1	1	1016 (8.8)	1	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0
24	q18	RELLING	None	BASEP.505	BASEP.505	3	4	1	1	1	1016 (8.8)	1	1	1	Long only	1.92	0	3	6	0	0	0

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Finalmente se aplican los esfuerzos de las correspondientes hipótesis calculados anteriormente en los puntos donde irán ancladas las patas del apoyo.

Vector Load Cases - (C:\Users\jfernandez\Documents\c007 038 espartal - escatón 26 edit lower msc espartal - escatón 26.ksc)

[?] Considera Cargas de viento en cadenas de aisladores y peso de estos incluidos en los puntos de carga.
[Edit Loading Method Parameters] Nota: Considere que SF (Strength Factor) es Factor de Esfuerzo y no Factor de Seguridad (Safety Factor)

	Load Case Description	Dead Load Factor	Wind Area Factor	SF for Steel Poles Tubular Arms and Towers	SF for Wood Poles	SF for Conc. Util.	SF for Conc. First Crack	SF for Conc. Zero Tens.	SF for Guys and Cables	SF for Non Tubular Arms	SF for Braces	SF for Insuls.	SF for Found.	Point Loads	Wind/Ice Model	Trans. Wind Pressure (Pa)	Longit. Wind Pressure (Pa)	Ice Thick. (cm)	Ice Density (N/m³)	Temperature (deg C)	Pole Deflection Check	Pole Deflection Limit % or (m)
1	VIENTO	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.0	NO LIMIT	0
2	DESEQUILIBRIO	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.0	NO LIMIT	0
3	ROTURA C	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.0	NO LIMIT	0
4	ROTURA CT	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.0	NO LIMIT	0
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						

Esfuerzos de la Hipótesis de **VIENTO**.

Point Loads - (VIENTO)

Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.


	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEF	192640	27332.7	0
2	BASEX	-197769	27332.7	0
3	BASEY	192640	27332.7	0
4	BASEDY	-197769	27332.7	0
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Esfuerzos de la Hipótesis de **DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES**.

Point Loads - [DESEQUILIBRIO]



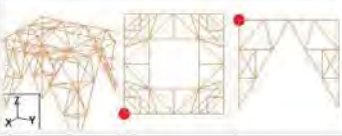
Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.

	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEX	-59787.3	2111.4	12130.3
2	BASEF	-59787.3	2111.4	7907.5
3	BASEXY	105685	-2111.4	12130.3
4	BASEY	105685	-2111.4	7907.5
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

Esfuerzos de la Hipótesis de **ROTURA DEL CONDUCTOR**.

Point Loads - [ROTURA C]



Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.


	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEX	-31155.9	-4016.9	1823
2	BASEF	-31155.9	-4016.9	9856.66
3	BASEXY	75069	4016.9	1823
4	BASEY	75069	4016.9	9856.66
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Esfuerzos de la Hipótesis de **ROTURA DEL CABLE DE TIERRA**.

Print Load: (ROTURA C)



Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.

	Joint Label	Vertical Load (k)	Transverse Load (k)	Longitudinal Load (k)
1	BASEX	-29626.4	0	5036.7
2	BASEF	-29626.4	0	5036.7
3	BASEXY	73523.3	0	5036.7
4	BASEY	73523.3	0	5036.7
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

El resto de los recrecidos que se muestran a continuación siguen pautas similares al primero.

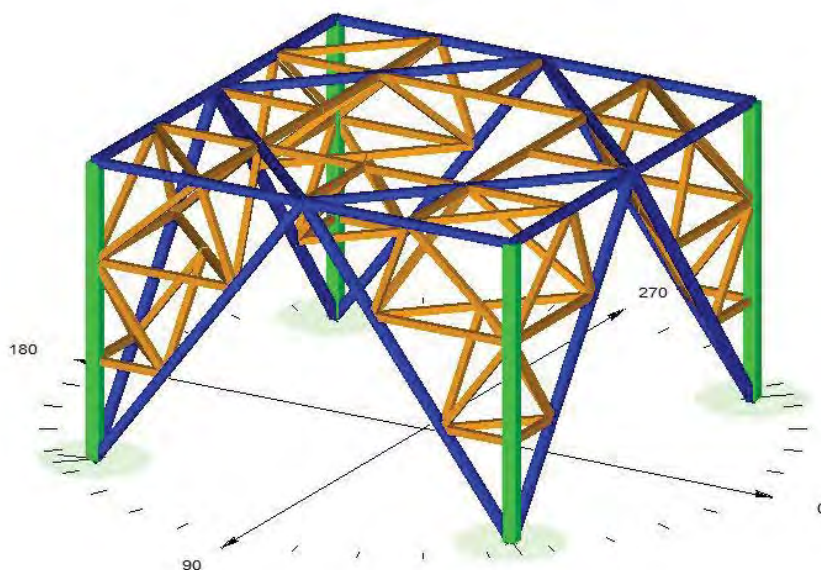
6.2.2. Recrecido 31

Recrecido de 3 metros.

En primer lugar se definen las barras que van a formar parte del recrecido. Además de lo explicado anteriormente, se ha intentado guardar una correlación entre ambas estructuras, como mantener el mismo tamaño de perfil en los montantes y guardar una coherencia entre las barras diagonales y los rellenos.

Barra	Perfil	Dimensiones	Material	Función
MONTANTE	L	120x120x12	S-355	Pata
ENCUADRAMIENTO	L	80x80x8	S-355	Otro
DIAGONAL	L	80x80x8	S-355	Otro
RELLENO	L	70x70x7	S-355	Relleno

Seguidamente se dibuja la estructura, acorde a las directrices de REE.



Se definen todas las barras con sus propiedades, uniones, tornillería, agujeros...

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Finalmente se aplican los esfuerzos de las correspondientes hipótesis calculados anteriormente en los puntos donde irán ancladas las patas del apoyo.


Vector Load Cases - (C:\Users\jfernandez\Desktop\fin est\c007 030 espartal - escatrón 26 est\lower model espartal - escatrón 26.lcd)

☒ Considerar Cargas de viento en cadenas de aisladores y peso de estos incluidos en los puntos de carga.
(Edit Loading Method Parameters) Nota: Considere que SF (Strength Factor) es Factor de Esfuerzo y no Factor de Seguridad (Safety Factor)

	Load Case Description	Dead Load Factor	Wind Area Factor	SF for Steel Poles Tubular Arms and Towers	SF for Wood Poles	SF for Conc. U/L	SF for Conc. First Crack	SF for Conc. Zero Tens.	SF for Guys and Cables	SF for Non Tubular Arms	SF for Braces	SF for Insuls.	SF for Found.	Point Loads	Wind/Ice Model	Trans. Wind Pressure (Pa)	Longit. Wind Pressure (Pa)	Ice Thick. (cm)	Ice Density (N/m³)	Temperature (deg C)	Pole Deflection Check	Pole Deflection Limit % or (m)
1	VIENTO	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.000	Limit	0
2	DESEQUILIBRIO	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.000	Limit	0
3	ROTURA C	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.000	Limit	0
4	ROTURA CT	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.000	Limit	0
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						

Esfuerzos de la Hipótesis de **VIENTO**.

Point Loads - [VIENTO]



Model Check Report:
No errors or relevant warnings detected.


	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEX	-130869	24188	0
2	BASEP	178162	24188	0
3	BASEXY	-130869	24188	0
4	BASEY	178162	24188	0
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Esfuerzos de la Hipótesis de **DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES**.

Point Loads - [DESEQUILIBRIO]




Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.

	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEX	-54469.1	2435.2	-11899
2	BASEP	-54469.1	2435.2	6754.6
3	BASEXY	92303.5	-2435.2	-11899
4	BASEY	92303.5	-2435.2	6754.6
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

Esfuerzos de la Hipótesis de **ROTURA DEL CONDUCTOR**.

Point Loads - [ROTURA C]



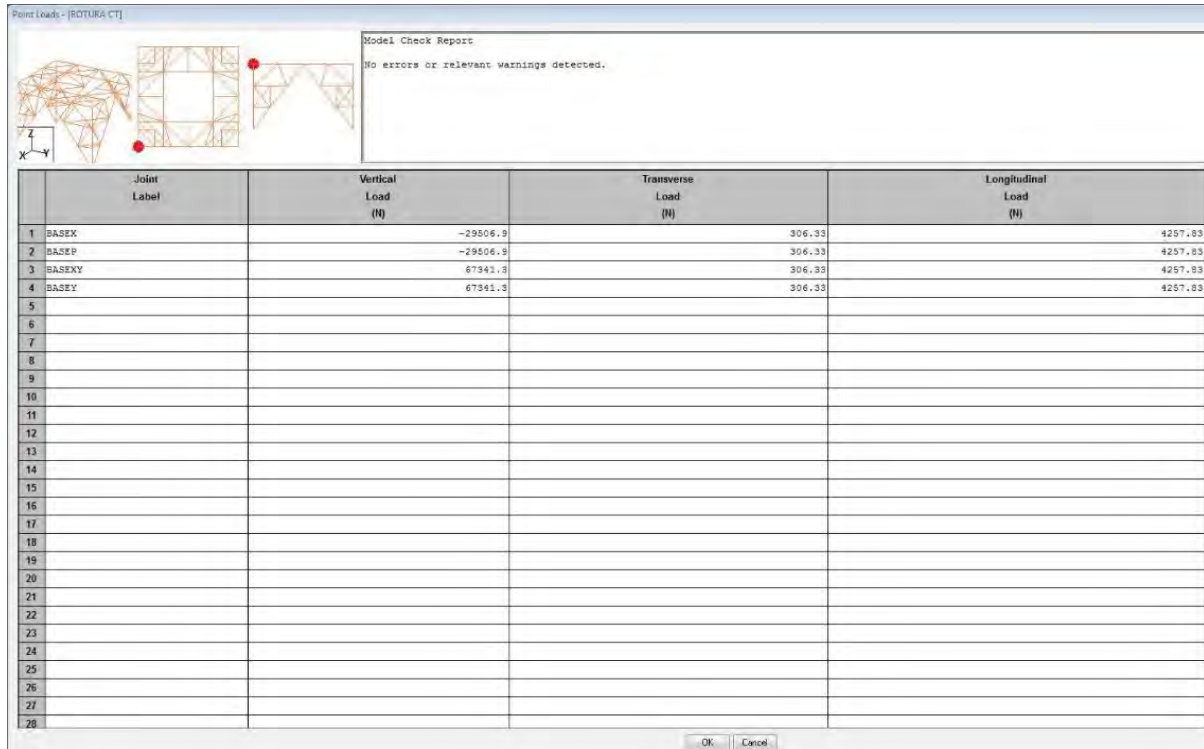
Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.

	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEX	-140997	-9222.2	30149.9
2	BASEP	-140997	-9222.2	2352.1
3	BASEXY	178851	18575.5	30149.9
4	BASEY	178851	18575.5	2352.1
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Esfuerzos de la Hipótesis de **ROTURA DEL CABLE DE TIERRA.**



6.2.3. Recrecido 151

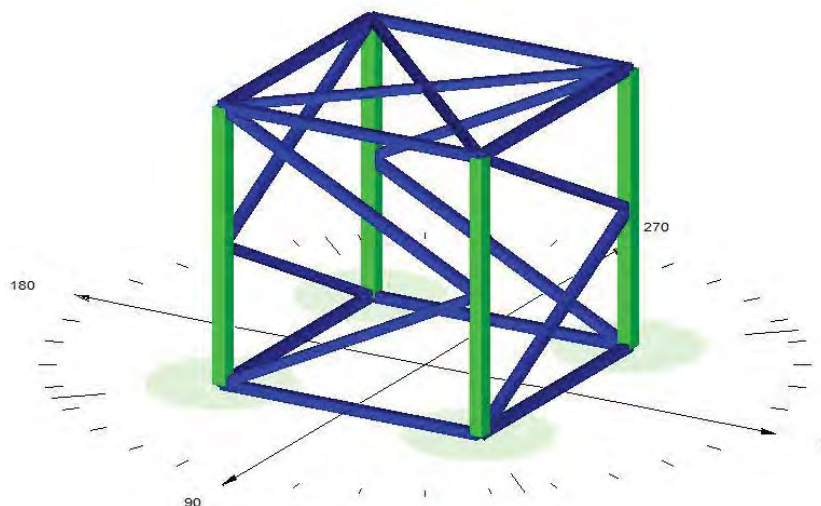
Recrecido de 2 metros.

En primer lugar se definen las barras que van a formar parte del recrecido. Además de lo explicado anteriormente, se ha intentado guardar una correlación entre ambas estructuras, como mantener el mismo tamaño de perfil en los montantes y guardar una coherencia entre las barras diagonales y los rellenos.

En este caso concreto, el diseño del recrecido se ha hecho manteniendo la estructura de la torre original, es por eso que su aspecto difiere con el resto.

<i>Barra</i>	<i>Perfil</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Material</i>	<i>Función</i>
MONTANTE	L	100x100x10	S-355	Pata
ENCUADRAMIENTO EXTERIOR	L	70x70x7	S-355	Otro
ENCUADRAMIENTO INTERIOR	L	60x60x6	S-275	Otro
DIAGONALES	L	70x70x7	S-355	Otro

Seguidamente se dibuja la estructura, acorde a las directrices de REE.



Se definen todas las barras con sus propiedades, uniones, tornillería, agujeros...

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Finalmente se aplican los esfuerzos de las correspondientes hipótesis calculados anteriormente en los puntos donde irán ancladas las patas del apoyo.

Vector Load Cases - (C:\Users\jfernandez\Desktop\fin esp\c007 0309 espartal - escatón 26 edit lower msc espartal - escatón 26.ksc)

☒ Considera Cargas de viento en cadenas de aisladores y peso de estos incluidos en los puntos de carga.

[Edit Loading Method Parameters](#) Nota: Considere que SF (Strength Factor) es Factor de Esfuerzo y no Factor de Seguridad (Safety Factor)

	Load Case Description	Dead Load Factor	Wind Area Factor	SF for Steel Poles Tubular Arms and Towers	SF for Wood Poles	SF for Conc. Util.	SF for Conc. First Crack	SF for Conc. Zero Tens.	SF for Guys and Cables	SF for Non Tubular Arms	SF for Braces	SF for Insuls.	SF For Found.	Point Loads	Wind/Ice Model	Trans. Wind Pressure (Pa)	Longit. Wind Pressure (Pa)	Ice Thick. (cm)	Ice Density (N/m³)	Temperature (deg C)	Pole Deflection Check	Pole Deflection Limit % or (m)
1	VIENTO	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.000 Limit	0	
2	DESEQUILIBRIO	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.000 Limit	0	
3	ROTURA C	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.000 Limit	0	
4	ROTURA CT	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	Edit (4 p)	Wind on Face	2270	0	0.000	0.000	0.000 Limit	0	
5																						
6																						
7																						
8																						
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						

Esfuerzos de la Hipótesis de **VIENTO**.

Point Loads - (VIENTO)

Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.


	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEF	248715	15203	0
2	BASEX	-202086	15203	0
3	BASEY	248715	15203	0
4	BASEXY	-202086	15203	0
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Esfuerzos de la Hipótesis de **DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES**.

Point Loads - [DESEQUILIBRIO]




Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.

	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEP	-176612	6182.4	16160.9
2	BASEX	-176612	6182.4	3796
3	BASEY	213914	-6182.4	16160.9
4	BASEXY	213914	-6182.4	3796
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

Esfuerzos de la Hipótesis de **ROTURA DEL CONDUCTOR**.

Point Loads - [ROTURA C]



Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.

	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEP	-112736	-11637.5	-5775
2	BASEX	-112736	-11637.5	17499.9
3	BASEY	150039	11637.5	-5775
4	BASEXY	150039	11637.5	17499.9
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Esfuerzos de la Hipótesis de **ROTURA DEL CABLE DE TIERRA.**

Point Loads - (ROTURA CT)

Model Check Report
No errors or relevant warnings detected.

	Joint Label	Vertical Load (N)	Transverse Load (N)	Longitudinal Load (N)
1	BASEP	-96268.4	0	4739.32
2	BASEX	-96268.4	0	4739.32
3	BASEY	133571	0	4739.32
4	BASEXY	133571	0	4739.32
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

OK Cancel

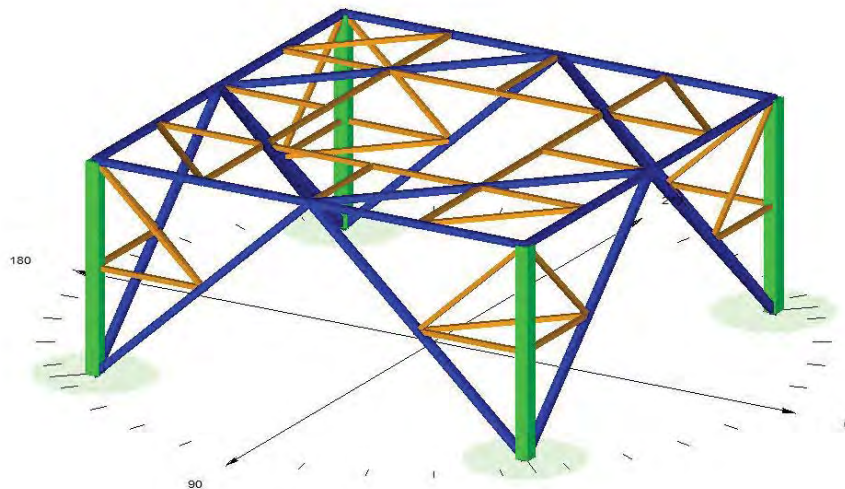
6.2.4. Recrecido 156

Recrecido de 2 metros.

En primer lugar se definen las barras que van a formar parte del recrecido. Además de lo explicado anteriormente, se ha intentado guardar una correlación entre ambas estructuras, como mantener el mismo tamaño de perfil en los montantes y guardar una coherencia entre las barras diagonales y los rellenos.

Barra	Perfil	Dimensiones	Material	Función
MONTANTE	L	120x120x12	S-355	Pata
ENCUADRAMIENTO	L	60x60x6	S-275	Otro
DIAGONAL	L	70x70x7	S-355	Otro
RELLENO	L	45x45x5	S-275	Relleno

Seguidamente se dibuja la estructura, acorde a las directrices de REE.



Se definen todas las barras con sus propiedades, uniones, tornillería, agujeros...

Finalmente se aplican los esfuerzos de las correspondientes hipótesis calculados anteriormente en los puntos donde irán ancladas las patas del apoyo.

Se aplican los esfuerzos de las hipótesis al igual que en los casos anteriores.

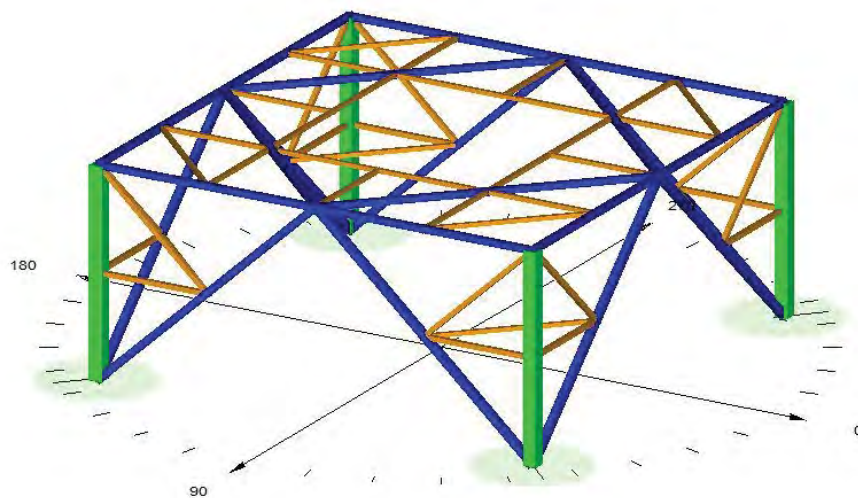
6.2.5. Recrecido 160

Recrecido de 2 metros.

En primer lugar se definen las barras que van a formar parte del recrecido. Además de lo explicado anteriormente, se ha intentado guardar una correlación entre ambas estructuras, como mantener el mismo tamaño de perfil en los montantes y guardar una coherencia entre las barras diagonales y los rellenos.

Barra	Perfil	Dimensiones	Material	Función
MONTANTE	L	120x120x12	S-355	Pata
ENCUADRAMIENTO	L	60x60x6	S-275	Otro
DIAGONAL	L	70x70x7	S-355	Otro
RELLENO	L	45x45x5	S-275	Relleno

Seguidamente se dibuja la estructura, acorde a las directrices de REE.



Se definen todas las barras con sus propiedades, uniones, tornillería, agujeros...

Finalmente se aplican los esfuerzos de las correspondientes hipótesis calculados anteriormente en los puntos donde irán ancladas las patas del apoyo.

Se aplican los esfuerzos de las hipótesis al igual que en los casos anteriores.

7. RESULTADOS

Finalmente se muestran los resultados obtenidos en la simulación del programa informático TOWER.

A continuación se aparece un listado con los mayores esfuerzos tanto a compresión como a tracción, con qué hipótesis se producen, en qué barra y cuál es el uso máximo.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

7.1. RECRECIDO 26

Compresión

GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO COMPRESIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO
MONTANTE	120x120x11	355	31,36	MONTP	194,716	VIENTO	707,489	620,940	970,200
ENCUADRAMIENTO	80x80x8	355	28,24	FENC FP	37,412	VIENTO	228,808	132,460	188,160
DIAGONAL	90x90x9	355	30,48	DIAG FP	63,082	VIENTO	245,342	206,980	529,200
RELLENO	70x70x7	355	32,52	g14P	13,457	DESEQUILIBRIO	89,670	41,380	82,320

Tracción

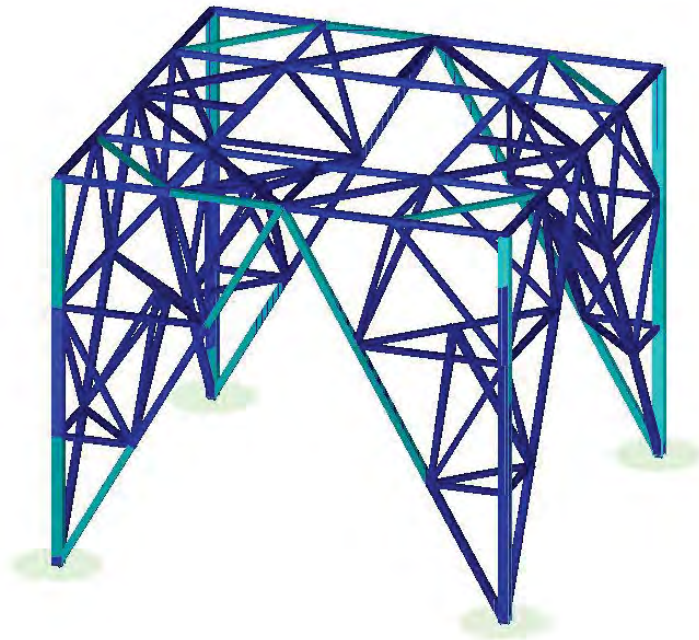
GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO TRACCIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO	RUPTURA DE CONEXIÓN
MONTANTE	120x120x11	355	22,03	FMONT40X	-136,773	VIENTO	733,785	620,940	970,200	1.078,000
ENCUADRAMIENTO	80x80x8	355	20,97	ENC FY	-27,780	VIENTO	348,255	132,460	188,160	147,576
DIAGONAL	90x90x9	355	29,45	DIAG FX	-60,950	VIENTO	371,579	206,980	529,200	332,047
RELLENO	70x70x7	355	23,33	g16P	-9,654	DESEQUILIBRIO	261,191	41,380	82,320	64,565

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Uso máximo

Hipótesis de carga	Uso Máximo %	Cumple
Viento	31,36	sí
Desequilibrio	32,52	sí
Rotura conductor	32,14	sí
Rotura cable de tierra	32,07	sí

La siguiente imagen muestra los valores gráficamente, indicando con cada color los porcentajes de utilización.



COLOR	PORCENTAJE DE USO
azul	$\leq 25 \%$
cian	25%-50%
verde	50%-75%
amarillo	75%-100%
rojo	$>100\%$

El uso máximo para el *Recrecido 26* es el **32,52%** del que soportan sus barras y éste ocurre en la hipótesis de *Desequilibrio de Tensiones*.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

7.2. RECRECIDO 31

Compresión

GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO COMPRESIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO
MONTANTE	120x120x12	355	28,82	FMONT40XY	178,963	ROTURA COND	900,554	620,940	1.058,400
ENCUADRAMIENTO	80x80x8	355	28,37	FENC LX	37,580	ROTURA COND	262,396	132,460	188,160
DIAGONAL	80x80x8	355	21,65	DIAG FP	44,820	VIENTO	248,712	206,980	235,200
RELLENO	70x70x7	355,0	26,47	g14P	10,954	ROTURA COND	136,952	41,380	82,320

Tracción

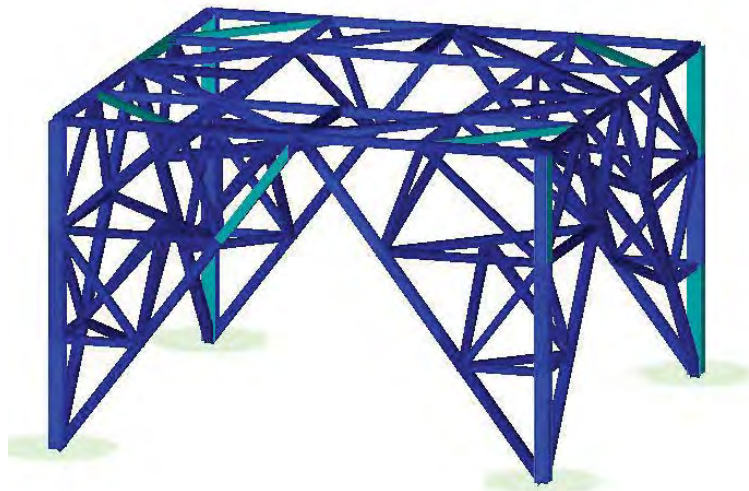
GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO TRACCIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO	RUPTURA DE CONEXIÓN
MONTANTE	120x120x12	355	22,60	FMONT40P	-140,331	ROTURA COND	793,070	620,940	1.058,400	1.176,000
ENCUADRAMIENTO	80x80x8	355	2,32	ENC INTP	-15,445	ROTURA COND	348,255	66,230	94,080	73,788
DIAGONAL	80x80x8	355	28,67	FDIAG F42XY	-42,309	VIENTO	338,031	206,980	235,200	147,576
RELLENO	70x70x7	355	19,21	g16P	-7,947	ROTURA COND	261,191	41,380	82,320	64,565

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Uso máximo

Hipótesis de carga	Uso Máximo %	Cumple
Viento	28,69	sí
Desequilibrio	26,00	sí
Rotura conductor	25,91	sí
Rotura cable de tierra	28,82	sí

La siguiente imagen muestra los valores gráficamente, indicando con cada color los porcentajes de utilización.



COLOR	PORCENTAJE DE USO
azul	<= 25 %
cian	25%-50%
verde	50%-75%
amarillo	75%-100%
rojo	>100%

El uso máximo para el *Recrecido 31* es el **28,82%** del que soportan sus barras y éste ocurre en la hipótesis de *Rotura del Conductor*.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

7.3. RECRECIDO 151

Compresión

GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO COMPRESIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO
MONTANTE	100x100x10	355	46,46	MONTP	280,992	VIENTO	604,844	1.163,160	1.058,400
ENCUADRAMIENTO EXTERIOR	70x70x7	355	25,03	g2XR	16,174	VIENTO	88,751	64,620	82,320
ENCUADRAMIENTO INTERIOR	60x60x6	275	35,78	Fg4P	14,808	ROTURA COND	96,546	41,380	44,928
DIAGONALES	70x70x7	355	55,88	g10R	36,111	VIENTO	71,212	64,620	82,320

Tracción

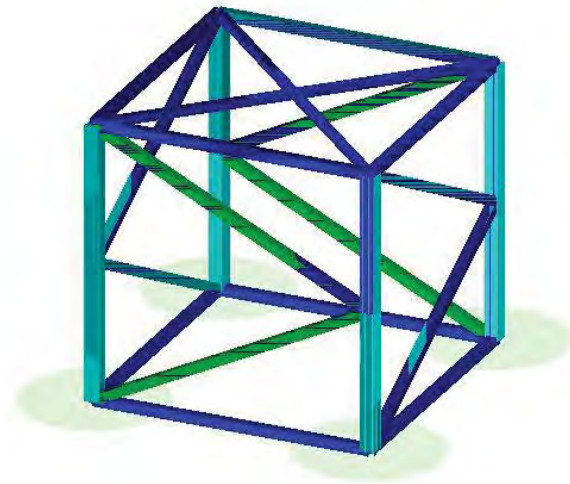
GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO TRACCIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO	RUPTURA DE CONEXIÓN
MONTANTE	100x100x10	355	38,41	MONTXY	-232,468	VIENTO	605,275	1.163,160	1.058,400	1.470,000
ENCUADRAMIENTO EXTERIOR	70x70x7	355	23,92	g2YR	-15,446	VIENTO	252,245	64,620	82,320	64,565
ENCUADRAMIENTO INTERIOR	60x60x6	275	34,79	g7P	-14,395	ROTURA COND	145,035	41,380	44,928	44,047
DIAGONALES	70x70x7	355	54,35	g9R	-35,092	VIENTO	252,245	64,620	82,320	64,565

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Uso máximo

Hipótesis de carga	Uso Máximo %	Cumple
Viento	55,88	sí
Desequilibrio	37,49	sí
Rotura conductor	35,78	sí
Rotura cable de tierra	22,29	sí

La siguiente imagen muestra los valores gráficamente, indicando con cada color los porcentajes de utilización.



COLOR	PORCENTAJE DE USO
azul	$\leq 25 \%$
cian	25%-50%
verde	50%-75%
amarillo	75%-100%
rojo	$>100\%$

El uso máximo para el *Recrecido 151* es el **55,88%** del que soportan sus barras y éste ocurre en la hipótesis de *Viento*.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

7.4. RECRECIDO 156

Compresión

GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO COMPRESIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO
MONTANTE	120x120x12	355	14,70	MONT IP	132,377	VIENTO	900,554	1.292,400	1.764,000
ENCUADRAMIENTO	60x60x6	275	51,69	ENC F2P	21,391	VIENTO	118,049	41,380	56,160
DIAGONAL	70x70x7	355	20,04	DIAG FSX	25,896	VIENTO	148,451	129,240	205,800
RELLENO	45x45x5	275	16,23	g42P	4,552	VIENTO	28,053	41,380	46,800

Tracción

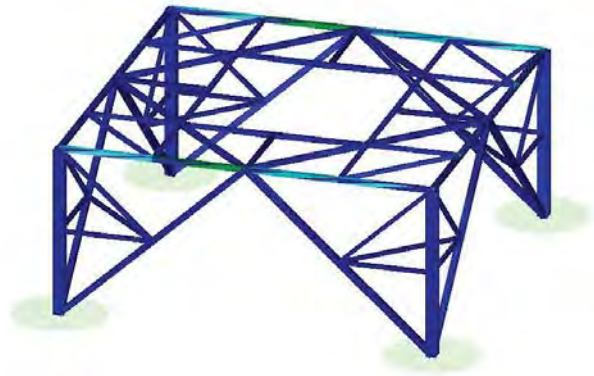
GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO TRACCIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO	RUPTURA DE CONEXIÓN
MONTANTE	120x120x12	355	8,59	MONT IX	-76,027	VIENTO	884,660	1.292,400	1.764,000	1.960,000
ENCUADRAMIENTO	60x60x6	275	43,65	ENC F1Y	-16,871	VIENTO	145,035	41,380	56,160	38,654
DIAGONAL	70x70x7	355	19,07	DIAG FIY	-24,645	VIENTO	252,245	129,240	205,800	131,196
RELLENO	45x45x5	275	13,83	Fg26P	-4,455	VIENTO	84,769	41,380	46,800	32,211

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Uso máximo

Hipótesis de carga	Uso Máximo %	Cumple
Viento	51,69	sí
Desequilibrio	35,41	sí
Rotura conductor	31,16	sí
Rotura cable de tierra	16,66	sí

La siguiente imagen muestra los valores gráficamente, indicando con cada color los porcentajes de utilización.



COLOR	PORCENTAJE DE USO
	$\leq 25 \%$
	25%-50%
	50%-75%
	75%-100%
	$>100\%$

El uso máximo para el *Recrecido 156* es el **51,69%** del que soportan sus barras y éste ocurre en la hipótesis de *Viento*.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

7.5. RECRECIDO 160

Compresión

GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO COMPRESIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO
MONTANTE	120x120x12	355.0	15.54	MONT IP	139,953	VIENTO	900,554	1.292,400	1.764,000
ENCUADRAMIENTO	60x60x6	275.0	53.20	ENC F2P	22,013	VIENTO	118,049	41,380	56,160
DIAGONAL	70x70x7	355.0	20.72	DIAG FIX	26,779	VIENTO	148,451	129,240	205,800
RELLENO	45x45x5	275.0	16.32	g43P	4,578	VIENTO	28,053	41,380	46,800

Tracción

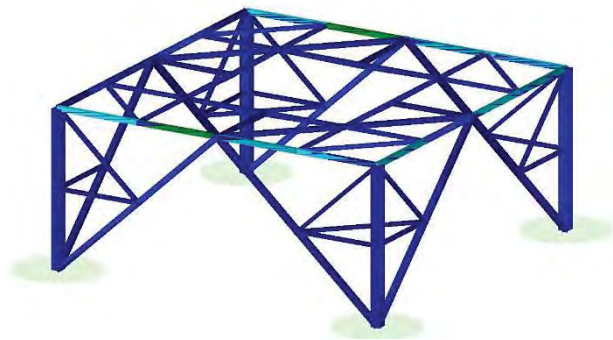
GRUPO	PERFIL	ACERO	% USO TRACCIÓN	MIEMBRO	FUERZA (KN)	HIPÓTESIS	RESISTENCIA PERFIL	RESIATENCIA CORTADURA	RESISTENCIA APLASTAMIENTO	RUPTURA DE CONEXIÓN
MONTANTE	120x120x12	355.0	8.91	MONT IX	-78,779	VIENTO	884,660	1.292,400	1.764,000	1.960,000
ENCUADRAMIENTO	70x70x7	355.0	19.74	DIAG FSP	-25,517	VIENTO	252,245	129,240	205,800	131,196
DIAGONAL	60x60x6	275.0	45.35	ENC F1Y	-17,530	VIENTO	145,035	41,380	56,160	38,654
RELLENO	45x45x5	275.0	13.93	g26P	-4,488	VIENTO	84,769	41,380	46,800	32,211

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Uso máximo

Hipótesis de carga	Uso Máximo %	Cumple
Viento	53,20	sí
Desequilibrio	35,44	sí
Rotura conductor	29,33	sí
Rotura cable de tierra	18,33	sí

La siguiente imagen muestra los valores gráficamente, indicando con cada color los porcentajes de utilización.



COLOR	PORCENTAJE DE USO
■	<= 25 %
■	25%-50%
■	50%-75%
■	75%-100%
■	>100%

El uso máximo para el *Recrecido 160* es el **53,20%** del que soportan sus barras y éste ocurre en la hipótesis de *Viento*.

ANEJO Nº4

CIMENTACIONES Y

ADHERENCIA A LOS ANCLAJES

ANEJO 4: CIMENTACIONES Y ADHERENCIA A LOS ANCLAJES

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	2
1.1. COMPROBACIÓN AL ARRANQUE	3
1.2. COMPROBACIÓN A COMPRESIÓN.....	3
1.3. COMPROBACIÓN DE LA ADHERENCIA ENTRE ANCLAJE Y CIMENTACIÓN.....	4
1.4. POSIBILIDAD DE APLICACIÓN DE OTROS VALORES DEL TERRENO....	4
2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DEL PROYECTO.....	5
3. CIMENTACIONES	6
3.1. APOYO 26.....	6
3.2. APOYO 31.....	8
3.3. APOYO 151	10
3.4. APOYO 156.....	12
3.5. APOYO 160.....	14
4. ADHERENCIA A LOS ANCLAJES	16
4.1. APOYO 26.....	16
4.2. APOYO 31.....	16
4.3. APOYO 151.....	16
4.4. APOYO 156.....	17
4.5. APOYO 160.....	17

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES¹

Las cimentaciones que están formadas por macizos independientes para cada pata, (cimentaciones de patas separadas), deberán ser diseñadas para absorber las cargas de compresión y arranque que el apoyo transmite al suelo.

El cálculo de dichas cargas estará basado en el método del talud natural o ángulo de arrastre de tierras. También deberá ser comprobada la adherencia entre el anclaje y la cimentación de cada pata del apoyo.

En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, que es la relación entre el momento estabilizador mínimo (debido a los pesos propios, así como las reacciones y empujes pasivos del terreno), respecto a la arista más cargada de la cimentación y el momento volcador máximo motivado por las acciones externas.

El coeficiente de seguridad no será inferior a los siguientes valores:

Hipótesis normales: 1,5

Hipótesis anormales: 1,20

En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno, no se admitirá un ángulo de giro de la cimentación cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno.

En el caso de que surgiese roca superficialmente o a muy poca profundidad la cimentación; se podrá realizar uniendo el apoyo a la roca mediante pernos anclados a la misma (cimentación en roca). Del mismo modo, en aquellos casos en los que mediante los medios mecánicos habituales no se pueda realizar la cimentación hasta la profundidad necesaria y, por consiguiente, sea preciso reforzarla, se realizará dicho refuerzo uniendo el cimientto a la roca mediante pernos anclados a la misma (cimentación mixta).

¹ Extracto de la ITC 07 del RLAT.

1.1. COMPROBACIÓN AL ARRANQUE

Se considerarán todas las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo:

- a) Peso del apoyo;
- b) Peso propio de la cimentación;
- c) Peso de las tierras que arrastraría el macizo de hormigón al ser arrancado;
- d) Carga resistente de los pernos, en el caso de realizarse cimentaciones mixtas o en roca.

Se comprobará que el coeficiente de estabilidad de la cimentación, definido como la relación entre las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo y la carga nominal de arranque, no sea inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.

En el caso de no disponer de las características reales del terreno mediante ensayos realizados en el emplazamiento de la línea, se recomienda utilizar como ángulo de talud natural o de arranque de tierras: 30° para terreno normal y 20° para terreno flojo.

1.2. COMPROBACIÓN A COMPRESIÓN

Se considerarán todas las cargas de compresión que la cimentación transmite:

- a) Peso del apoyo.
- b) Peso propio de la cimentación.
- c) Peso de las tierras que actúan sobre la solera de la cimentación.
- d) Carga de compresión ejercida por el apoyo.

Se comprobará que todas las cargas de compresión anteriores, divididas por la superficie de la solera de la cimentación, no sobrepasa la carga admisible del terreno.

En el caso de no disponer de las características reales del terreno mediante ensayos realizados en el emplazamiento de la línea se recomienda considerar como carga admisible para terreno normal 3 daN/cm² y para terreno flojo 2 daN/cm². En el caso de cimentaciones mixtas o en roca se recomienda utilizar como carga admisible para la roca 10 daN/cm².

1.3. COMPROBACIÓN DE LA ADHERENCIA ENTRE ANCLAJE Y CIMENTACIÓN²

De la carga mayor que transmite el anclaje a la cimentación, normalmente la carga de compresión, cuando el anclaje y la unión a la estructura estén embebidas en el hormigón, se considerará que la mitad de esta carga la absorbe la adherencia entre el anclaje y la cimentación y la otra mitad los casquillos del anclaje por la cortadura de los tornillos de unión entre casquillos y anclaje. Los coeficientes de seguridad de ambas cargas opuestas a que el anclaje deslice de la cimentación, no deberán ser inferiores a 1,5.

1.4. POSIBILIDAD DE APLICACIÓN DE OTROS VALORES DEL TERRENO

Cuando el desarrollo en la aplicación de las teorías de la mecánica del suelo lo consienta, el proyectista podrá proponer valores diferentes de los mencionados en los anteriores apartados, haciendo intervenir las características reales del terreno, pero limitando las deformaciones de los macizos de cimentación a valores admisibles para las estructuras sustentadas.

En el caso de no disponer de dichas características, se podrán utilizar los valores que se indican en el cuadro adjunto³.

² Extracto de la ITC 07 del RLAT.

³ Tabla 10 de la ITC 07 del RLAT

2. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DEL PROYECTO

Se procede a continuación a una descripción del terreno en el que están instalados los apoyos del presente proyecto para su evaluación y cálculo.

En base a los datos disponibles sobre los puntos de aplicación de los apoyos y del terreno de éstos, y a falta de un estudio geotécnico más exhaustivo, se considerarán las siguientes características.

Apoyo 26

Terreno no coherente arenoso grueso con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm.

Apoyo 31

Terreno no coherente de grava arenosa con un mínimo de 1/3 de volumen de grava hasta 70 mm de tamaño.

Apoyo 151

Terreno no coherente de grava arenosa con un mínimo de 1/3 de volumen de grava hasta 70 mm de tamaño.

Apoyo 156

Terreno no coherente arenoso grueso con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm.

Apoyo 156

Terreno no coherente arenoso grueso con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm.

3. CIMENTACIONES

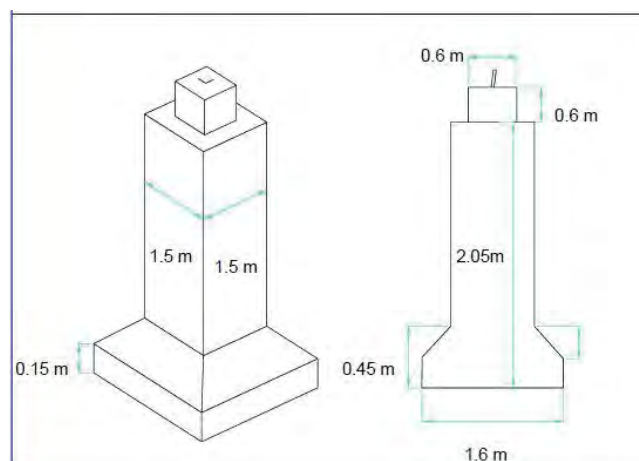
Con los recrecidos aumenta la altura de los apoyos y por tanto aumentan los esfuerzos en las cimentaciones. Se van a analizar estos esfuerzos para comprobar que sirvan las originales o si por el contrario es necesario sustituirlas por otras nuevas.

3.1. APOYO 26

Las cimentaciones existentes son de macizos independientes para cada pata del apoyo.

Las cimentaciones se comprobarán para absorber las cargas de tracción y arranque que el apoyo transmite al suelo. El cálculo de dichas cargas está basado en el método de talud natural o ángulo de arrastre de tierras.

Dimensiones de la cimentación existente:



Base cuadrada, lado (a) 1,60 m

Altura cimentación (t)..... 2,05 + 0,60 m

Peso del apoyo.....5.500 daN

Volumen de cimentación 4,92 m³

Densidad del hormigón.....2.200 daN/m³

Peso de cimentación 10.824 daN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Se considera el terreno anteriormente mencionado, con las cargas más desfavorables del árbol de cargas del apoyo.

Para la comprobación de las cimentaciones:

Peso específico del hormigón 2.200 daN/m³

Resistencia característica del hormigón200 daN/cm²

Peso específico del terreno 1.700 daN/m³

Presión del suelo admisible2,00 daN/cm²

Ángulo del talud natural 30°

Los valores que las cimentaciones actuales pueden soportar son:

Hipótesis	Volumen (m³)			Peso (daN)			Superficie de la Base (cm²)	ARRANQUE (daN)
	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrancadas	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrancadas		COMPRESIÓN (daN)
Normal	4,92	1,25	20,985	10.824,00	2.125,00	35.674,50	25.600,00	46.498,50
								51.200,00

Los valores solicitados por el apoyo con el recrecido son:

ARRANQUE (daN)	COMPRESIÓN (daN)
12.148,29	16.306,38

Los resultados serían:

	ARRANQUE Coeficiente de seguridad
Mínimo	1,50
Calculado	3,828
Conclusión	Sí cumple

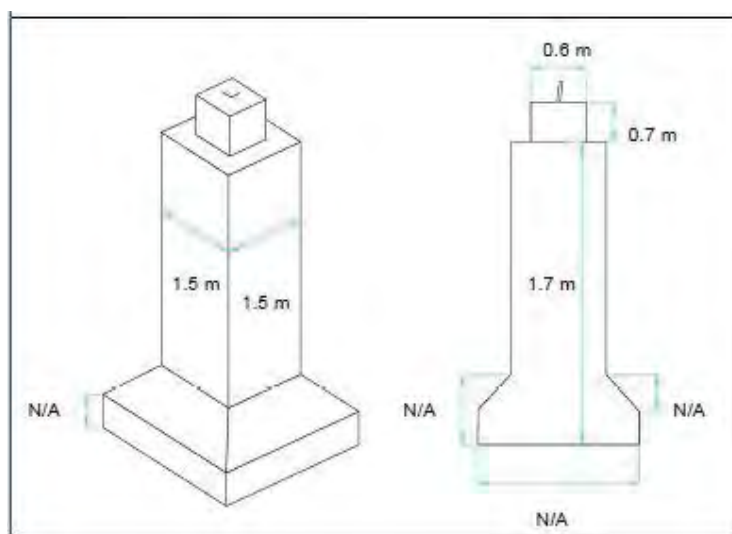
	COMPRESIÓN Resistencia a compresión (daN/cm ²)
Admisible por el terreno	2,00
Calculado	1,143
Conclusión	Si cumple

3.2. APOYO 31

Las cimentaciones existentes son de macizos independientes para cada pata del apoyo.

Las cimentaciones se comprobarán para absorber las cargas de tracción y arranque que el apoyo transmite al suelo. El cálculo de dichas cargas está basado en el método de talud natural o ángulo de arrastre de tierras.

Dimensiones de la cimentación existente:



Base cuadrada, lado (a)	1,50 m
Altura cimentación (t).....	1,70 + 0,70 m
Peso del apoyo.....	4.700 daN
Volumen de cimentación	4,08 m ³
Densidad del hormigón.....	2.200 daN/m ³
Peso de cimentación	8.976 daN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Se considera el terreno anteriormente mencionado, con las cargas más desfavorables del árbol de cargas del apoyo.

Para la comprobación de las cimentaciones:

Peso específico del hormigón 2.200 daN/m³

Resistencia característica del hormigón200 daN/cm²

Peso específico del terreno 1.900 daN/m³

Presión del suelo admisible8,00 daN/cm²

Ángulo del talud natural 30°

Los valores que las cimentaciones actuales pueden soportar son:

Hipótesis	Volumen (m ³)			Peso (daN)			Superficie de la Base (cm ²)	ARRANQUE (daN)
	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrancadas	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrancadas		COMPRESIÓN (daN)
Normal	4,07	1,34	16,04	8.954,00	2.546,00	30.476,00	22.500,00	39.430,00
								180.000,00

Los valores solicitados por el apoyo con el recrecido son:

ARRANQUE (daN)	COMPRESIÓN (daN)
13.409,84	17.062,70

Los resultados serían:

	ARRANQUE Coeficiente de seguridad
Mínimo	1,50
Calculado	2,940
Conclusión	Sí cumple

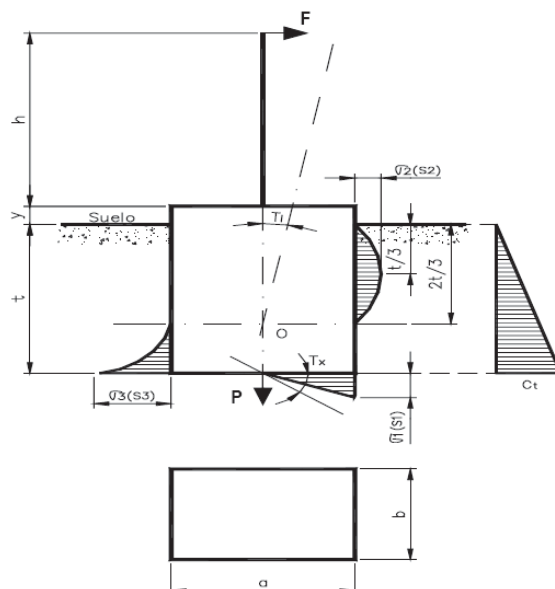
	COMPRESIÓN Resistencia a compresión (daN/cm ²)
Admisible por el terreno	8,00
Calculado	1,269
Conclusión	Si cumple

3.3. APOYO 151

La cimentación existente es de tipo monobloque.

La cimentación se comprobará para absorber las cargas de tracción y arranque que el apoyo transmite al suelo. El cálculo de dichas cargas está basado en el método de Sulzberger.

Dimensiones de la cimentación existente:



Base cuadrada, lado (a)	2,45 m
Altura cimentación (t).....	2,60 m
Peso del apoyo.....	4.500 daN
Volumen de cimentación	15,6 m ³
Densidad del hormigón.....	2.200 daN/m ³
Peso de cimentación	34.334,3 daN

Se considera el terreno anteriormente mencionado con un coeficiente de compresibilidad a 2 metros de profundidad de $k=12$ daN/cm³, y una carga máxima admisible de 2 daN/cm², para las cargas más desfavorables del árbol de cargas del apoyo

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

Los valores solicitados por el apoyo con el recrecido son:

ARRANQUE (daN)	COMPRESIÓN (daN)
16.243,32	19.601,88

Longitudinal (daN)	Transversal (daN)	COMPRESIÓN (daN)	MOMENTO VOLCADOR (daN . m)
909.32	1.016,13	18.465.22	68.938,58

Los resultados serían:

	ARRANQUE Coeficiente de seguridad
Mínimo	1,50
Calculado	2,113
Conclusión	Sí cumple

	COMPRESIÓN Resistencia a compresión (daN/cm2)
Admisible por el terreno	8,00
Calculado	0,898
Conclusión	Si cumple

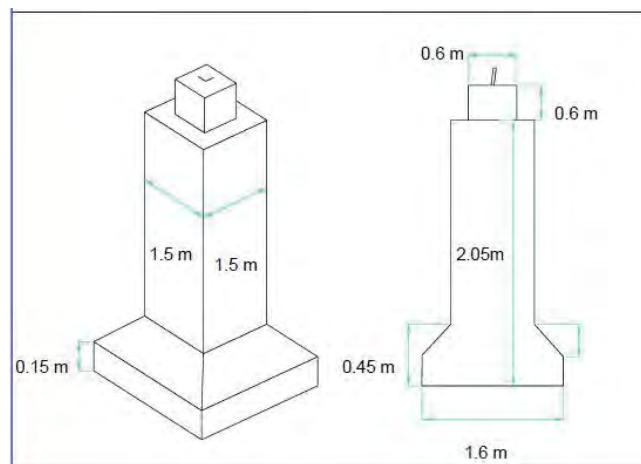
3.4. APOYO 156

Para el cálculo de la cimentación se han tomado como datos de partida los extraídos de una cata realizada en el apoyo nº26.

Las cimentaciones existentes son de macizos independientes para cada pata del apoyo.

Las cimentaciones se comprobarán para absorber las cargas de tracción y arranque que el apoyo transmite al suelo. El cálculo de dichas cargas está basado en el método de talud natural o ángulo de arrastre de tierras.

Dimensiones de la cimentación existente:



Base cuadrada, lado (a)	1,60 m
Altura cimentación (t).....	2,05 + 0,60 m
Peso del apoyo.....	5.500 daN
Volumen de cimentación	4,92 m ³
Densidad del hormigón.....	2.200 daN/m ³
Peso de cimentación	10.824 daN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Se considera el terreno anteriormente mencionado, con las cargas más desfavorables del árbol de cargas del apoyo.

Para la comprobación de las cimentaciones:

Peso específico del hormigón 2.200 daN/m³

Resistencia característica del hormigón200 daN/cm²

Peso específico del terreno 1.700 daN/m³

Presión del suelo admisible2,00 daN/cm²

Ángulo del talud natural 30°

Los valores que las cimentaciones actuales pueden soportar son:

Hipótesis	Volumen (m³)			Peso (daN)			Superficie de la Base (cm²)	ARRANQUE (daN)
	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrancadas	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrancadas		COMPRESIÓN (daN)
Normal	4,92	1,86	20,985	10.824,00	3.162,00	35.683,00	25.600,00	46.507,00
								51.200,00

Los valores solicitados por el apoyo con el recrecido son:

ARRANQUE (daN)	COMPRESIÓN (daN)
6.092,80	10.012,14

Los resultados serían:

	ARRANQUE Coeficiente de seguridad
Mínimo	1,50
Calculado	7,633
Conclusión	Sí cumple

	COMPRESIÓN Resistencia a compresión (daN/cm ²)
Admisible por el terreno	2,00
Calculado	0,937
Conclusión	Si cumple

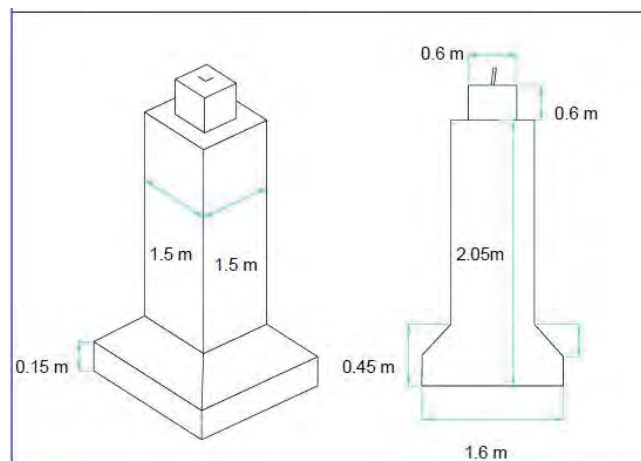
3.5. APOYO 160

Para el cálculo de la cimentación se han tomado como datos de partida los extraídos de una cata realizada en el apoyo nº26.

Las cimentaciones existentes son de macizos independientes para cada pata del apoyo.

Las cimentaciones se comprobarán para absorber las cargas de tracción y arranque que el apoyo transmite al suelo. El cálculo de dichas cargas está basado en el método de talud natural o ángulo de arrastre de tierras.

Dimensiones de la cimentación existente:



Base cuadrada, lado (a)	1,60 m
Altura cimentación (t).....	2,05 + 0,60 m
Peso del apoyo.....	5.500 daN
Volumen de cimentación	4,92 m ³
Densidad del hormigón.....	2.200 daN/m ³
Peso de cimentación	10.824 daN

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Se considera el terreno anteriormente mencionado, con las cargas más desfavorables del árbol de cargas del apoyo.

Para la comprobación de las cimentaciones:

Peso específico del hormigón 2.200 daN/m³

Resistencia característica del hormigón200 daN/cm²

Peso específico del terreno 1.700 daN/m³

Presión del suelo admisible2,00 daN/cm²

Ángulo del talud natural 30°

Los valores que las cimentaciones actuales pueden soportar son:

Hipótesis	Volumen (m³)			Peso (daN)			Superficie de la Base (cm²)	ARRANQUE (daN)
	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrancadas	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrancadas		COMPRESIÓN (daN)
Normal	4,92	1,86	20,985	10.824,00	3.162,00	35.683,00	25.600,00	46.507,00
								51.200,00

Los valores solicitados por el apoyo con el recrecido son:

ARRANQUE (daN)	COMPRESIÓN (daN)
6.315,99	10.561,27

Los resultados serían:

	ARRANQUE Coeficiente de seguridad
Mínimo	1,50
Calculado	7,363
Conclusión	Sí cumple

	COMPRESIÓN Resistencia a compresión (daN/cm ²)
Admisible por el terreno	2,00
Calculado	0,959
Conclusión	Si cumple

4. ADHERENCIA A LOS ANCLAJES

Se ha analizado el comportamiento de la adherencia acero – hormigón de los anclajes tanto a tracción como a compresión, una vez situado el recrecido.

Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas:

4.1. APOYO 26

Ala del perfil (cm)	Longitud del anclaje (cm)	Adherencia Hormigón-Acero (daN/cm²)	Resistencia Anclaje (daN)	Esfuerzo Compresión (daN)	Coef. de seguridad calculado	Coef. de seguridad requerido	
				Esfuerzo Tracción (daN)			
48,00	195,00	7,00	65.520,00	24.547,27	6,204	1,50	Sí, cumple
				6315,99	10,374		

4.2. APOYO 31

Ala del perfil (cm)	Longitud del anclaje (cm)	Adherencia Hormigón-Acero (daN/cm²)	Resistencia Anclaje (daN)	Esfuerzo Compresión (daN)	Coef. de seguridad calculado	Coef. de seguridad requerido	
				Esfuerzo Tracción (daN)			
32,00	170,00	7,00	38.080,00	28.562,70	2,232	1,50	Sí, cumple
				13409,84	2,840		

4.3. APOYO 151

Ala del perfil (cm)	Longitud del anclaje (cm)	Adherencia Hormigón-Acero (daN/cm²)	Resistencia Anclaje (daN)	Esfuerzo Compresión (daN)	Coef. de seguridad calculado	Coef. de seguridad requerido	
				Esfuerzo Tracción (daN)			
48,00	170,00	7,00	38.080,00	25.655,99	2,690	1,50	Sí, cumple
				10811,50	3,522		

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

4.4. APOYO 156

Ala del perfil (cm)	Longitud del anclaje (cm)	Adherencia Hormigón-Acero (daN/cm²)	Resistencia Anclaje (daN)	Esfuerzo Compresión (daN)	Coef. de seguridad calculado	Coef. de seguridad requerido	
				Esfuerzo Tracción (daN)			
48,00	195,00	7,00	65.520,00	23.998,14	6,544	1,50	Sí, cumple
				6092,80	10,754		

4.5. APOYO 160

Ala del perfil (cm)	Longitud del anclaje (cm)	Adherencia Hormigón-Acero (daN/cm²)	Resistencia Anclaje (daN)	Esfuerzo Compresión (daN)	Coef. de seguridad calculado	Coef. de seguridad requerido	
				Esfuerzo Tracción (daN)			
48,00	195,00	7,00	65.520,00	29.255,38	4,018	1,50	Sí, cumple
				12148,29	5,393		

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

ANEJO Nº5

***ACTUACIÓN SOBRE CADENAS Y
CONDUCTORES***

ANEJO 5: ACTUACIÓN SOBRE CADENAS Y CONDUCTORES

1. CONTRAPESOS	2
1.1. APOYO 26.....	2
1.2. APOYO 31.....	2
1.3. APOYO 151.....	2
1.4. APOYO 156.....	3
1.5. APOYO 160.....	3
2. CADENAS Y CABLES.....	4
2.1. APOYO 26.....	4
2.2. APOYO 31.....	5
2.3. APOYO 151.....	6
2.4. APOYO 156.....	7
2.5. APOYO 160.....	8
3. CONCLUSIONES	9
3.1. APOYO 26.....	9
3.2. APOYO 31.....	9
3.3. APOYO 151.....	9
3.4. APOYO 156.....	10
3.5. APOYO 160.....	10

1. CONTRAPESOS

Como consecuencia del recrecido del apoyo, es posible que en los apoyos contiguos de suspensión sea necesario poner contrapesos.

1.1. APOYO 26

Al tratarse de un apoyo con cadenas de amarre, no se considera el cálculo de contrapesos.

1.2. APOYO 31

Al tratarse de un apoyo con cadenas de amarre, no se considera el cálculo de contrapesos.

1.3. APOYO 151

Datos:

	Ap. ante-anterior	Ap. anterior	Ap. recrecido	Ap. posterior	Ap. pos-posterior
Función	-	Suspensión	Suspensión	Suspensión	-
Cota de engrape	-	-	24,43 m	-	-
Vano de peso	-	-	249,84 m	-	-
Longitud de la cadena,	-	-	1,91 m	-	-
Peso de la cadena	-	-	75,36 kg	-	-
Diámetro del aislador	-	-	25,5 cm	-	-
Ángulo máx. de inclinación de la cadena	-	-	34,89°	-	-
Nº de subconductores / fase	-	-	2	-	-

Resultados:

Angulo de inclinación transversal

	Ap. ante-anterior	Ap. anterior	Ap. a estudio	Ap. posterior	Ap. pos-posterior
Ángulo de inclinación de la cadena	-	Amarre	32,53°	Amarre	-
¿Necesita contrapesos?	-	-	No	-	-
Contrapeso por fase	-	-	0 kg	-	-

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

Estudio de esfuerzos ascendentes en cadena de suspensión

	Vano		
Apoyo anterior		Δh	$T_g \beta_1$
	264,19 m	2,91 m	0,0110
Apoyo recrecido		Δh	$T_g \beta_2$
	240,98 m	-4,36m	0,01809
Apoyo posterior			

Tense	1.178,72 daN	en hipótesis final de $t = -5^\circ$ y sobrecarga de viento $P_v/2$ para zona A
-------	--------------	---

Fuerza vertical
404,05 daN

Se comprueba que la cadena de suspensión está sometida a una fuerza vertical descendente, y por lo tanto **no es necesario añadir contrapesos**.

1.4. APOYO 156

Al tratarse de un apoyo con cadenas de amarre, no se considera el cálculo de contrapesos.

1.5. APOYO 160

Al tratarse de un apoyo con cadenas de amarre, no se considera el cálculo de contrapesos.

2. CADENAS Y CABLES.

Al recrecer el apoyo a estudio puede influir en la necesidad de hacer variaciones en las cadenas de amarre por la variación de la longitud de cable necesaria en el vano.

2.1. APOYO 26

Conductor:

Apoyo a recrecer	Recrecido	Cota antes de recrecer	Cota tras recrecer	Vanos (m)	Longitud de cable antes de recrecido (m)	Longitud de cable después de recrecido (m)	Diferencia (m)
Ap. anterior	0	219,27	219,27				
				452,67	455.335	455,060	-0,27
Ap. a recrecer	+5	191,14	196,14				
				446,43	449.157	448,856	-0,29
Ap. posterior	0	220,14	220,14				

Actuación en la serie:

- Regular alargadera del apoyo 25 al 26 en -27 cm.
- Regular alargadera del apoyo 26 al 27 en -29 cm.

Cable de tierra:

Apoyo a recrecer	Recrecido	Cota antes de recrecer	Cota tras recrecer	Vanos (m)	Longitud de cable antes de recrecido (m)	Longitud de cable después de recrecido (m)	Diferencia (m)
Ap. anterior	0	219,27	219,27				
				452,67	454.310	454.030	-0,28
Ap. a recrecer	+5	191,14	196,14				
				446,43	448.126	447.828	-0,30
Ap. posterior	0	220,14	220,14				

Actuación en la serie:

- Regular alargadera del apoyo 25 al 26 en -28 cm.
- Regular alargadera del apoyo 26 al 27 en -30 cm.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

2.2. APOYO 31

Conductor:

Apoyo a recrecer	Recrecido	Cota antes de recrecer	Cota tras recrecer	Vanos (m)	Longitud de cable antes de recrecido (m)	Longitud de cable después de recrecido (m)	Diferencia (m)
Ap. anterior	0	211,21	211,21				
				270,17	270,621	270,674	0,052
Ap. a recrecer	+3	214,35	217,35				
				201,91	202,141	202,090	-0,051
Ap. posterior	0	219,27	219,27				

Actuación en la serie:

- No se requiere actuación.

Cable de tierra:

Apoyo a recrecer	Recrecido	Cota antes de recrecer	Cota tras recrecer	Vanos (m)	Longitud de cable antes de recrecido (m)	Longitud de cable después de recrecido (m)	Diferencia (m)
Ap. anterior	0	211,21	211,21				
				270,17	270,312	270,364	0,052
Ap. a recrecer	+3						
				201,91	202,022	201,971	-0,051
Ap. posterior	0	219,27	219,27				

Actuación en la serie:

- No se requiere actuación.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

2.3. APOYO 151

Conductor:

Apoyo a recrecer	Recrecido	Cota antes de recrecer	Cota tras recrecer	Vanos (m)	Longitud de cable antes de recrecido (m)	Longitud de cable después de recrecido (m)	Diferencia (m)
Ap. anterior	0	190,70	190,70				
				264,19	264,32	264,33	0,015
Ap. a recrecer	+2	191,61	193,61				
				240,98	241,08	241,11	0,028
Ap. posterior	0	189,25	189,25				

Actuación en la serie:

- Regular alargadera del apoyo 150 a 151 en 1,5 cm.
- Regular alargadera del apoyo 151 a 152 en 2,8 cm.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

2.4. APOYO 156

Conductor:

Apoyo a recrecer	Recrecido	Cota antes de recrecer	Cota tras recrecer	Vanos (m)	Longitud de cable antes de recrecido (m)	Longitud de cable después de recrecido (m)	Diferencia (m)
Ap. anterior	0	183,72	183,73				
				257,44	257,760	257,801	0,041
Ap. a recrecer	+2	187,93	189,93				
				282,96	283,373	283,353	-0,020
Ap. posterior	0	191,63	191,63				

Actuación en la serie:

- Regular alargadera del apoyo 155 a 156 en 4 cm.
- Regular alargadera del apoyo 156 a 157 en -2 cm.

Cable de tierra:

Apoyo a recrecer	Recrecido	Cota antes de recrecer	Cota tras recrecer	Vanos (m)	Longitud de cable antes de recrecido (m)	Longitud de cable después de recrecido (m)	Diferencia (m)
Ap. anterior	0	183,72	183,73				
				257,44	257,595	257,636	0,041
Ap. a recrecer	+2	187,93					
				282,96	283,147	283,128	-0,019
Ap. posterior	0	191,63	191,63				

Actuación en la serie:

- Regular alargadera del apoyo 155 a 156 en 4 cm.
- Regular alargadera del apoyo 156 a 157 en -1,9 cm.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

2.5. APOYO 160

Conductor:

Apoyo a recrecer	Recrecido	Cota antes de recrecer	Cota tras recrecer	Vanos (m)	Longitud de cable antes de recrecido (m)	Longitud de cable después de recrecido (m)	Diferencia (m)
Ap. anterior	0	194,08	194,08				
				332,31	333,18	333,31	0,127
Ap. a recrecer	+2	214,15	216,15				
				251,44	251,97	252,10	0,124
Ap. posterior	0	199,53	199,53				

Actuación en la serie:

- Regular alargadera del apoyo 159 a 160 en 12,7 cm.
- Regular alargadera del apoyo 160 a 161 en 12,4 cm.

Cable de tierra:

Apoyo a recrecer	Recrecido	Cota antes de recrecer	Cota tras recrecer	Vanos (m)	Longitud de cable antes de recrecido (m)	Longitud de cable después de recrecido (m)	Diferencia (m)
Ap. anterior	0	194,08	194,08				
				332,31	333,574	333,701	0,127
Ap. a recrecer	+2		216,15				
				251,44	252,125	252,249	0,124
Ap. posterior	0	199,53	199,53				

Actuación en la serie:

- Regular alargadera del apoyo 159 a 160 en 12,7 cm.
- Regular alargadera del apoyo 160 a 161 en 12,4 cm.

3. CONCLUSIONES

Según se ha indicado en los anteriores apartados, el resultado de los estudios indicados es:

3.1. APOYO 26

El recrecido se instalará entre los anclajes y el montante de la primera base. Se desmontará la unión atornillada y se instalará un recrecido que eleve los cables 5 metros de altura.

Regular alargadera de conductor del apoyo 25 al 26 en -27 cm.

Regular alargadera de conductor del apoyo 26 al 27 en -29 cm.

Regular alargadera de cable de tierra del apoyo 25 al 26 en -28 cm.

Regular alargadera de cable de tierra del apoyo 26 al 27 en -30 cm.

3.2. APOYO 31

El recrecido se instalará entre los anclajes y el montante de la primera base. Se desmontará la unión atornillada y se instalará un recrecido que eleve los cables 3 metros de altura.

3.3. APOYO 151

El recrecido se instalará entre los anclajes y el montante de la primera base. Se desmontará la unión atornillada y se instalará un recrecido que eleve los cables 2 metros de altura.

Regular alargadera de cable de tierra del apoyo 150 a 151 en 1,5 cm.

Regular alargadera de cable de tierra del apoyo 151 a 152 en 2,8 cm.

3.4. APOYO 156

El recrecido se instalará entre los anclajes y el montante de la primera base. Se desmontará la unión atornillada y se instalará un recrecido que eleve los cables 2 metros de altura.

Regular alargadera de conductor del apoyo 155 a 156 en 4 cm.

Regular alargadera de conductor del apoyo 156 a 157 en -2 cm.

Regular alargadera de cable de tierra del apoyo 155 a 156 en 4 cm.

Regular alargadera de cable de tierra del apoyo 156 a 157 en -1,9 cm.

3.5. APOYO 160

El recrecido se instalará entre los anclajes y el montante de la primera base. Se desmontará la unión atornillada y se instalará un recrecido que eleve los cables 2 metros de altura.

Regular alargadera de conductor del apoyo 159 a 160 en 12,7 cm.

Regular alargadera de conductor del apoyo 160 a 161 en 12,4 cm.

Regular alargadera de cable de tierra del apoyo 159 a 160 en 12,7 cm.

Regular alargadera de cable de tierra del apoyo 160 a 161 en 12,4 cm.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

ANEJO Nº6

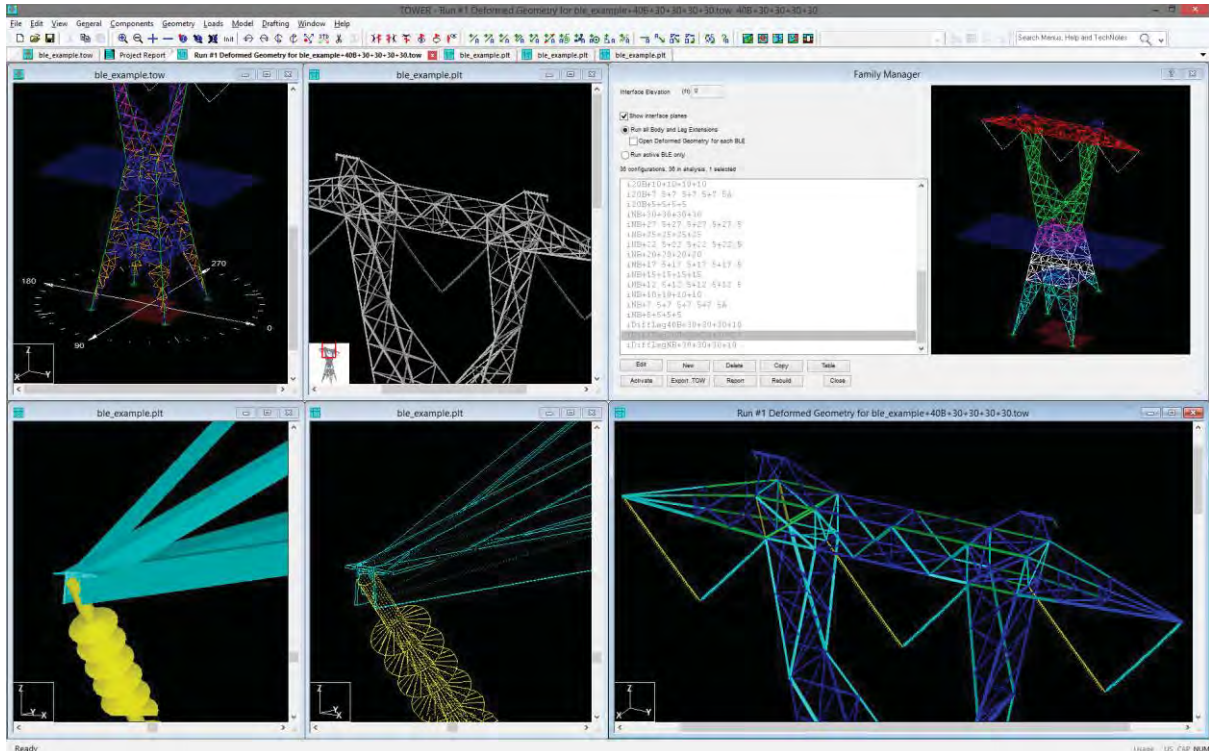
SOFTWARE UTILIZADO

ANEJO 6: SOFTWARE UTILIZADO

1. TOWER	2
1.1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.2. MODELADO INTEGRAL DE ESTRUCTURAS	3
1.3. RESUMEN.....	3
1.4. USO EN EL PROYECTO	4
2. MICROSOFT EXCEL.....	5
2.1. INTRODUCCIÓN.....	5
2.2. USO EN EL PROYECTO	5
3. IMEDEXSA	13
3.1. INTRODUCCIÓN.....	13
3.2. INFORMACIÓN DEL PROGRAMA	13
3.3. USO EN EL PROYECTO	16

1. TOWER¹

1.1. INTRODUCCIÓN



Tower es un programa de la familia Power Line® Systems que trata principalmente el análisis y el diseño de torres de celosía usadas en las instalaciones de transmisión y comunicación. Permite el modelado de torres autoportantes como de torres arriostradas y se encarga de realizar las verificaciones de diseño de las estructuras bajo las cargas aportadas por el usuario.

Además, para dichas estructuras también puede calcular los intervalos máximos de viento y peso permitidos y los diagramas de interacción entre las diferentes proporciones de los intervalos de viento y peso permitidos.

¹ Fuente: <http://www.powline.com/index.html>

1.2. MODELADO INTEGRAL DE ESTRUCTURAS

Las estructuras de Tower son colecciones de los siguientes componentes:

- Perfiles
- Miembros circulares sólidos
- Miembros tubulares
- Tornillos
- Arriostramientos
- Cables
- Equipamiento
- Aisladores

Para construir una estructura basta con definir la geometría del contorno general de la torre, seleccionar uniones intermedias y luego unir los miembros u otros componentes entre estas uniones. Esto permite crear estructuras arbitrariamente complejas, incluidas las estructuras de cajas de celosía utilizadas en muchas subestaciones antiguas.

Las bibliotecas de componentes definen el tamaño, peso, resistencia y otras propiedades de los pernos, miembros y otros equipos. Permite crear bibliotecas al usuario o usar las bibliotecas proporcionadas por los proveedores.

1.3. RESUMEN

TOWER proporciona herramientas para analizar o diseñar estructuras de transmisión, subestaciones o comunicaciones de celosía. Lo hace utilizando una interfaz gráfica simple y fácil de usar que se basa en un motor de elementos finitos. Independientemente de si desea modelar una torre de celosía de 69 kV simple, una torre de circuito doble de 500 kV o una torre de comunicaciones de 600', TOWER puede manejar el trabajo de manera simple, confiable y eficiente.

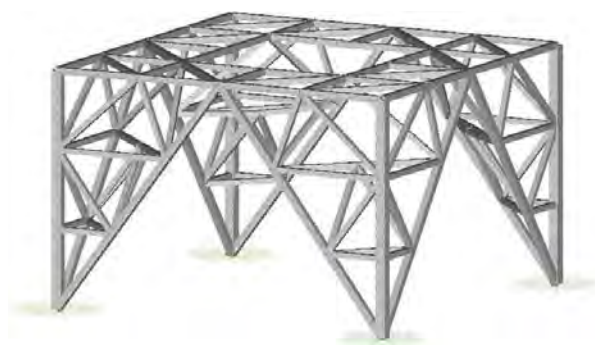


Figura 1-1: Ejemplo de visualización. Recrecido 31 del proyecto.

1.4. USO EN EL PROYECTO

En el presente proyecto se ha utilizado el programa TOWER para en el cálculo y modelado de los recrecidos ya que por una parte es una herramienta muy completa que permite diseñar, dibujar y comprobar los cálculos de una manera rápida y bastante efectiva gracias a los elementos finitos, y por otra parte porque éste es el Software que exige Red Eléctrica Española en todos los estudios y proyectos que han de hacerse para el diseño y mantenimiento de las líneas eléctricas de alta tensión de las que ellos son competentes.

Se toma como referencia las fórmulas que aparecen en la norma ASCE-10, ya incluida en el software de cálculo.

2. MICROSOFT EXCEL

2.1. INTRODUCCIÓN

Microsoft Excel es una aplicación de hojas de cálculo que forma parte de la suite de oficina Microsoft Office. Es una aplicación utilizada en tareas financieras y contables, con fórmulas, gráficos y un lenguaje de programación.

2.2. USO EN EL PROYECTO

En el presente proyecto se ha creado un libro de Excel en el que se han incluido todas las fórmulas, hipótesis, datos de partida y en general todos aquellos cálculos necesarios para el estudio de cualquier apoyo o recrecido.

El libro se presenta con 6 Hojas.

- Datos

Aquí se exponen los datos de partida y se hacen los cálculos básicos. Datos de la línea, la torre, los conductores...

- Fórmulas

En esta pestaña se hace el cálculo de la Ecuación de Cambio de Condiciones de las tensiones máximas para los casos de vano anterior, vano posterior y vano medio. Además se calculan todos los esfuerzos verticales, horizontales y longitudinales para cada una de las hipótesis que dicta el reglamento, tanto del conductor como de los cables de tierra.

- Cálculos

Aquí aparecen todos los cálculos de momentos de arranque y esfuerzos en las patas de los apoyos.

- Cimentaciones

Con los datos obtenidos del terreno, en esta pestaña se obtienen los esfuerzos y los coeficientes de seguridad de los macizos de hormigón.

- Cadenas de aisladores

En esta pestaña se calculan los esfuerzos sobre los aisladores y si es necesario o no añadir contrapesos en los casos de cadenas de suspensión. También se comprueba la longitud de las alargaderas, necesarias por el recrecido.

- Catálogo de conductores

En esta hoja están registrados los principales conductores y cables de tierra de la norma, con sus características.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

Datos

ENTRADA DE DATOS		<input type="checkbox"/> ESTUDIO DE RESISTENCIA	RECRECIDO
LÍNEA	Escatrón - El Espartal		
Nº APOYO	26		
TIPO DE APOYO	ALINEACIÓN	NO ANCLAJE	
MODELO DE APOYO	TORRE G		
TENSIÓN DE FUNCIONAMIENTO (KV)	220		
CATEGORÍA DE LA LÍNEA	ESPECIAL		
TIPO DE CIRCUITO	DUPLEX		
ALTITUD DEL APOYO	161,19		
ZONA DE LA LÍNEA	A		
ÁNGULO	0 OK		
VANO ANTERIOR (M)	452,67		
VANO POSTERIOR (M)	446,43		
VANO MEDIO (M)	449,55		
VANO VIENTO (M)	449,55		
VANO PESO (M)	MANUAL	272,09	
VANO REGULADOR (M)	449,55		
VELOCIDAD DEL VIENTO (NORMAL = 120; ESPECIAL = 140)	140		
CONDUCTOR 1 (DESPLEGABLE)	LA-192	CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR	
Tense es la carga de rotura del cable entre 3		FUNCIÓN	
Carga de rotura	5.730,00	AMARRE	
/ 3	1.910,00	Nº DE CIRCUITOS	
parámetro	2.821,85	Nº DE CRUCETAS	
		Nº DE SUBCONDUCTORES	
		SECCIÓN (mm²)	
		DIÁMETRO (mm)	
		PESO (daN/m)	
		MÓDULO DE ELASTICIDAD (daN/mm²)	
		COEF. DE DILATACIÓN (°C⁻¹ x 10⁻⁶)	
		TEMPERATURA INICIAL (°C)	
		TENSE INICIAL VANO ANTERIOR (daN)	
		TENSE INICIAL VANO POSTERIOR (daN)	
CABLE DE TIERRA 1 (DESPLEGABLE)	ACERO 50-7	CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE TIERRA	
Tense es la carga de rotura del cable entre 3		FUNCIÓN	
Carga de rotura	5.980,00	AMARRE	
/ 3	1.993,33	Nº DE CONDUCTORES	
parámetro	5.098,04	Nº DE SUBCONDUCTORES	
		SECCIÓN (mm²)	
		DIÁMETRO (mm)	
		PESO (daN/m)	
		MÓDULO DE ELASTICIDAD (daN/mm²)	
		COEF. DE DILATACIÓN (°C⁻¹ x 10⁻⁶)	
		TEMPERATURA INICIAL (°C)	
		TENSE INICIAL VANO ANTERIOR (daN)	
		TENSE INICIAL VANO POSTERIOR (daN)	
CABLE DE TIERRA 2 (DESPLEGABLE)	NO	CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE TIERRA	
Tense es la carga de rotura del cable entre 3		FUNCIÓN	
Carga de rotura	-	AMARRE	
/ 3	-	Nº DE CONDUCTORES	
parámetro	-	Nº DE SUBCONDUCTORES	
		SECCIÓN (mm²)	
		DIÁMETRO (mm)	
		PESO (daN/m)	
		MÓDULO DE ELASTICIDAD (daN/mm²)	
		COEF. DE DILATACIÓN (°C⁻¹ x 10⁻⁶)	
		TEMPERATURA INICIAL (°C)	
		TENSE INICIAL VANO ANTERIOR (daN)	
		TENSE INICIAL VANO POSTERIOR (daN)	
DATOS TORRE			
DISTANCIA CONTRALÍNEA (ANCHIA) (M)	5,670		
DISTANCIA LÍNEA (ESTRECHA) (M)	2,000		
ALTURA DE LA TORRE	29,03		
ALTURA DEL RECRECIDO	5,00	Nº FASES:	3
ALTURA CABLE TIERRA Y OPGW	29,03	1	
ALTURA CONDUCTOR INFERIOR	18,78	1	
ALTURA CONDUCTOR MEDIO	22,28	1	
ALTURA CONDUCTOR SUPERIOR	25,78	1	
SUPERFICIE REAL	15,80		
ANCHO DE LA COGOLLA	1,24		
DISTANCIA EN COGOLLA (desde el punto medio hasta el extremo de la cogolla):	0,62		
ANCHO BASE	2,000		
ALTURA DE APLICACIÓN DEL VIENTO	13,38		
DISTANCIA CONDUCTOR EN CRUCETA (DESEQUILIBRIO)	4,10		
DISTANCIA CONDUCTOR EN CRUCETA SUPERIOR (PARA 4ª HIPÓTESIS)	3,90		
DISTANCIA CABLE DE TIERRA EN CRUCETA (PARA 3ª y 4ª HIPÓTESIS)	0,000		
Nº DADOS HORMIGÓN	4	Zapatas aisladas	
SEGURIDAD DEL APOYO	NORMAL		
COEFICIENTE DE SEGURIDAD EN HIPÓTESIS 1 Y 2	1,500		
COEFICIENTE DE SEGURIDAD EN HIPÓTESIS 3 Y 4	1,200		
ELEMENTOS ANTIESCALA	NO		
PESO DE LA TORRE	5.500,00		
PESO DEL RECRECIDO	1.000,00		

Datos para calcular el gravivano

Altitud del apoyo anterior en los cond	207,888
Altitud del apoyo en los conductores	190,22
Altitud del apoyo posterior en los cond	219,37

peso propio	0,677	ppropio + ph	-
tv	2.048,01	th	-
tv1	1.946,61	th1	-
tv2	1.946,70	th2	-

b1	- 17,67	b2	- 29,15
a1	452,67	a2	446,43

Hielo conductor para zonas B y C	
Peso de hielo:	0,000 Kg/m
Sección de hielo:	0,00 mm²
Diámetro cond+hielo:	0,00 mm
Peso cond+hielo:	- Kg/m
Sobrecarga Viento:	0,00 Kg/m
RA cond+hielo:	0,00 Kg/m

Hielo tierra 1 para zonas B y C	
Peso de hielo:	0,000 Kg/m
Sección de hielo:	0,00 mm²
Diámetro T1+hielo:	0,00 mm
Peso T1+hielo:	- Kg/m
Sobrecarga Viento:	0,00 Kg/m
RA T1+hielo:	0,00 Kg/m

Hielo tierra 2 para zonas B y C	
Peso de hielo:	0,000 Kg/m
Sección de hielo:	0,00 mm²
Diámetro T2+hielo:	0,00 mm
Peso T2+hielo:	- Kg/m
Sobrecarga Viento:	0,00 Kg/m
PA T2+hielo:	0,00 Kg/m

AUTOR: Javier Fernández Fernández

Excel 1: Hoja "DATOS" del libro de Excel de cálculo mecánico de Apoyos

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Cálculos

PESOS	
Peso de los conductores	1.709,80 kg
Peso del cable de tierra 1	106,39 kg
Peso del cable de tierra 2	-
Peso de la torre	5.500,00 kg
PESO TOTAL	7.316,19 kg
Peso del recrecido	1.000,00 kg
PESO TOTAL CON RECRECIDO	8.316,19 kg
PESO SOBRE CADA MACIZO DE HORMIGÓN	2.079,05 kg

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE (kg*m)	
Debido al VIENTO	
Viento sobre conductor	73.576,51
Viento sobre cable de tierra 1	9.592,07
Viento sobre cable de tierra 2	-
Viento sobre apoyo	48.916,94
TOTAL MOMENTO DE ARRANQUE (kg*m)	132.085,52
MOMENTO DE ARRANQUE CON RECRECIDO (kg*m)	168.529,02

REACCIONES POR CIMENTACIÓN	
Debido al VIENTO	
Fuerza de arranque por macizo de hormigón	1.822,05 kg
Peso sobre cada macizo de hormigón	11.647,74 kg
ESFUERZO DE COMPRESIÓN	13.476,79 (C)
ESFUERZO DE ARRANQUE (TRACCIÓN)	9.818,70 (T)
ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL (por macizo)	1.822,18 kg

Esfuerzos en las patas de la torre	
14 Hipótesis	
CS = 1,50	Vertical
Pata 1	202.151,87 (C)
Pata 2	147.280,46 (T)
Pata 3	202.151,87 (C)
Pata 4	147.280,46 (T)

Esfuerzos con el recrecido	
14 Hipótesis	
CS = 1,50	Vertical
Pata 1	254.107,69 (C)
Pata 2	191.736,28 (T)
Pata 3	254.107,69 (C)
Pata 4	191.736,28 (T)

MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE (kg*m)	
Desequilibrio de tracciones	
Momento Transversal (kg*m)	-
Momento Longitudinal Total (kg*m)	77.803,15
Momento Longitudinal Total (kg*m)	94.598,29
Momento Torsor debido al cable (kg*m)	3.990,56
Momento Torsor debido a 2 tierras distintas (kg*m)	-
Momento Torsor Total	3.990,56

ESFUERZO CORTANTE:	
Esfuerzo de Mtorpor por macizo (kg):	331,861
Cortante Transversal To (kg):	312,962
Cortante Longitudinal To (kg):	110,392
Cortante Longitudinal (Kg)	3.359,029
Longitudinal por macizo (kg):	839,757
Cortante Longitudinal Total (Kg):	950,150
Resultante Cortante Máximo (kg):	1.157,993

REACCIONES POR CIMENTACIÓN	
Conductor	
Tierra	TORRE
Compresión y Tracción Transversal por macizo	0,00
Compresión y Tracción Longitudinal por macizo	19.450,79
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	21.279,83 (C)
ESFUERZO MÁXIMO DE ARRANQUE (TRACCIÓN)	17.621,74 (T)
ESFUERZO CORTANTE LONGITUDINAL	950,15 kg
ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL	312,96 kg

Esfuerzos en las patas de la torre	
14 Hipótesis	
CS = 1,20	Vertical
Pata 1	211.460,88 (T)
Pata 2	211.460,88 (T)
Pata 3	255.358,00 (C)
Pata 4	255.358,00 (C)

Esfuerzos con el recrecido	
14 Hipótesis	
CS = 1,20	Vertical
Pata 1	258.846,31 (T)
Pata 2	258.846,31 (T)
Pata 3	308.743,44 (C)
Pata 4	308.743,44 (C)

CÁLCULO DE LA TORRE	
MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE (kg*m)	
Rotura de conductor / Tierra	Conductor
Momento Transversal (kg*m)	14.692,89
Momento Longitudinal (kg*m)	14.692,89
Momento Torsor (kg*m)	2.222,74

TORRE CON RECRECIDO	
MOMENTO DE ARRANQUE EN LA BASE (kg*m)	
Rotura de conductor / Tierra	Conductor
Momento Transversal (kg*m)	17.542,56
Momento Longitudinal (kg*m)	17.542,56
Momento Torsor (kg*m)	2.222,74

REACCIONES POR CIMENTACIÓN	
Conductor	
Tierra 1	TORRE
Hipótesis de rotura conductor	1.395,67
Compresión y Tracción Transversal por pata	3.673,22
Compresión y Tracción Longitudinal por pata	6.797,94 (C)
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	6.797,94 (C)
ESFUERZO MÁXIMO DE ARRANQUE (TRACCIÓN)	3.139,84 (T)
ESFUERZO CORTANTE LONGITUDINAL	316,80
ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL	203,97

REACCIONES POR CIMENTACIÓN	
Conductor	
Tierra 1	TORRE
Hipótesis de rotura conductor	1.546,96
Compresión y Tracción Transversal por macizo	4.385,64
Compresión y Tracción Longitudinal por macizo	8.011,65 (C)
ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	8.011,65 (C)
ESFUERZO MÁXIMO DE ARRANQUE (TRACCIÓN)	3.853,56 (T)
ESFUERZO CORTANTE LONGITUDINAL	316,80
ESFUERZO CORTANTE TRANSVERSAL	203,97

ESFUERZO CORTANTE:	
Esfuerzo de Mtorpor por macizo (kg):	184,847
Cortante Transversal To (kg):	61,488
Cortante Longitudinal To (kg):	174,320
Cortante Longitudinal (Kg)	569,934
Longitudinal por macizo (kg):	142,483
Cortante Longitudinal Total (Kg):	316,403
Cortante Máximo (kg):	376,788

ROTURA CONDUCTOR	
Diagonal entre Patas:	6,012
Ángulo aplicación Mt:	71
Cortante Transversal (Kg):	569,934
Cortante Trans por macizo (Kg):	142,483
Cortante Transversal Total (Kg)	203,972

ESFUERZO CORTANTE:	
Esfuerzo de Mtorpor por macizo (kg):	-
Cortante Transversal To (kg):	-
Cortante Longitudinal To (kg):	-
Cortante Longitudinal (Kg)	1.756,432
Longitudinal por macizo (kg):	439,108
Cortante Longitudinal Total (Kg):	439,108
Cortante Máximo (kg):	439,108

4# Hipótesis	
CS = 1,20	Vertical
Pata 1	37.678,14 (T)
Pata 2	37.678,14 (T)
Pata 3	81.575,27 (C)
Pata 4	81.575,27 (C)

4# Hipótesis	
CS = 1,20	Vertical
Pata 1	46.242,66 (T)
Pata 2	46.242,66 (T)
Pata 3	96.139,79 (C)
Pata 4	96.139,79 (C)

4# Hipótesis	
CS = 1,20	Vertical
Pata 1	131.019,14 (T)
Pata 2	131.019,14 (T)
Pata 3	174.916,27 (C)
Pata 4	174.916,27 (C)

4# Hipótesis	
CS = 1,20	Vertical
Pata 1	154.365,63 (T)
Pata 2	154.365,63 (T)
Pata 3	204.262,76 (C)
Pata 4	204.262,76 (C)

ESFUERZO MÁXIMO DE COMPRESIÓN	
Viento	16.940,51 (C)
Desequilibrio	25.728,62 (C)
Rotura	17.021,90 (C)
ESFUERZO MÁXIMO DE ARRANQUE (T)	12.782,42 (T)
ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO	1.822,18

AUTOR: Javier Fernández Fernández

Excel 3: Hoja "CÁLCULOS" del libro de Excel de cálculo mecánico de Apoyos

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

Cimentación

CIMENTACIÓN

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO:

σ (Kg/cm ²):	2
α :	20
Peso específico (Kg/m ³):	1.900

CARACTERÍSTICAS DEL HORMIGÓN:

Peso específico (Kg/m ³):	2.200
Superficie Zapata (cm ²):	25.446,00

CARGAS:

Compresión (Kg):	25.728,62
Tracción (Kg):	21.570,53
C.S.:	1,50

COMPROBACIÓN AL ARRANQUE:

Volumen Hormigón (m ³):	2,78
Vol. Tierras arrancadas (m ³):	4,56
Peso Hormigón (kg):	6.116,00
Peso Tierras arrancadas (kg):	8.664,00
Peso Total opuesto (Kg):	14.780,00
Coefficiente estabilidad:	0,685

COMPROBACIÓN A COMPRESIÓN:

Vol. Tierras Solera (m ³):	1,40
Peso Tierras Solera (Kg):	2.660,00
Peso Hormigón (kg):	6.116,00
Carga Total Compresión (Kg):	34.504,62
Capacidad portante Suelo (Kg):	50.892,00
Capacidad calculada (Kg/cm ²):	1,356

COMPROBACIÓN ANCLAJE:

Ala perfil (cm)	40,00
Longitud (cm)	180,00
Adherencia Horm-Acero	7,00
Carga	50.400,00
Coefficiente Tracción:	2,337
Coefficiente Compresión:	1,959

Hipótesis	Volumen (m ³)			Peso (daN)			Superficie de la Base (cm ²)	ARRANQUE (daN)
	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrastradas	Hormigón	Tierras sobre la cimentación	Tierras arrancadas		COMPRESIÓN (daN)
Normal	2,78	1,40	4,56	6.116,00	2.660,00	8.664,00	25.446,00	14.780,00 50.892,00

	ARRANQUE
	Coefficiente de seguridad
Mínimo	1,50
Calculado	0,685
Conclusión	No cumple

	COMPRESIÓN
	Resistencia a compresión (daN/cm ²)
Admisible por el terreno	2,00
Calculado	1,356
Conclusión	Si cumple

ARRANQUE (daN)	COMPRESIÓN (daN)
21.570,53	25.728,62

Ala del perfil (cm)	Longitud del anclaje (cm)	Adherencia Hormigón-Acero (daN/cm ²)	Resistencia Anclaje (daN)	Esfuerzo Compresión (daN)	Coef de seguridad calculado	Coef de seguridad requerido	
				Esfuerzo Tracción (daN)			
40,00	180,00	7,00	50.400,00	34.504,62	1,959	1,50	Si cumple
				21570,53	2,337		

Excel 4: Hoja "CIMENTACIÓN" del libro de Excel de cálculo mecánico de Apoyos

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

Cadenas de aisladores

CADENAS Y CONTRAPESOS

DATOS:

Vano regulador:	449,55	Cota Apoyo:	161,19				
Vano anterior:	452,67	Cota Apoyo Anterior:	191,00	D1:	-29,81	D1':	-24,81
Vano posterior:	446,43	Cota Apoyo Posterior:	188,00	D2:	26,81	D2':	21,81
Altura recrecido:	5,00	Cota Apoyo + Recrecido:	166,19				

CONDUCTOR
CAMBIO DE CONDICIONES: T:15°C, peso sin sobrecargas

Condiciones iniciales:

Condiciones finales (EDS):

t0:	27	t:	15
P0:	0,67686	P:	0,67686
T0:	940		
S:	192		
E:	8.700		
δ:	0,0000193		

REGULACIÓN CONDUCTOR VANO ANTERIOR

a (m)	pto (dN/m)	Ta (dN)	to (°C)	S (mm2)	E (dN/mm2)	d1 (°C)	t (°C)	pt (dN/m)	Tv1 (dN)
452,67	0,677	940,22	27,00	192,00	8.700,00	0,0000193	15,00	0,68	964,19

Cálculo de los parámetros A y B:

A: 6.964,05
B: 6.533.868.134,17

B objetivo: 6.533.868.134,17

Objetivo logrado

REGULACIÓN CONDUCTOR VANO POSTERIOR

a (m)	pto (dN/m)	Ta (dN)	to (°C)	S (mm2)	E (dN/mm2)	d1 (°C)	t (°C)	pt (dN/m)	Tv2 (dN)
446,43	0,677	940,22	27,00	192,00	8.700,00	0,0000193	15,00	0,68	964,94

Cálculo de los parámetros A y B:

A: 6.961,60
B: 6.364.972.538,91

B objetivo: 6.364.972.538,91

Objetivo logrado

CÁLCULO DE ALARGADERAS:

Anterior a recrecido

Posterior a recrecido

$T_{gH}(E_a)$:	0,15756347	$T_{gH}(E_a)$:	0,15756347	ΔL:	-0,293
X1:	-317,798	X1:	-302,158		
L1:	455,514	L1:	455,221		

Anterior a recrecido

Posterior a recrecido

$T_{gH}(E_p)$:	0,155323033	$T_{gH}(E_p)$:	0,155323033	ΔL:	-0,277
X1:	-136,202	X1:	-152,079		
L2:	448,092	L2:	446,815		

CABLE DE TIERRA
CAMBIO DE CONDICIONES: T:15°C, peso sin sobrecargas

Condiciones iniciales:

Condiciones finales (EDS):

t0:	14	t:	15
P0:	0,391	P:	0,391
T0:	927		
S:	49,5		
E:	19.000		
δ:	0,0000115		

REGULACIÓN CABLE DE TIERRA VANO ANTERIOR

a (m)	pto (dN/m)	Ta (dN)	to (°C)	S (mm2)	E (dN/mm2)	d1 (°C)	t (°C)	pt (dN/m)	Tv1 (dN)
452,67	0,391	927,11	14,00	49,50	19.000,00	0,0000115	15,00	0,39	924,47

Cálculo de los parámetros A y B:

A: 511,88
B: 1.227.621.538,50

B objetivo: 1.227.621.538,50

Objetivo logrado

REGULACIÓN CABLE DE TIERRA VANO POSTERIOR

a (m)	pto (dN/m)	Ta (dN)	to (°C)	S (mm2)	E (dN/mm2)	d1 (°C)	t (°C)	pt (dN/m)	Tv2 (dN)
446,43	0,391	927,11	14,00	49,50	19.000,00	0,0000115	15,00	0,39	924,41

Cálculo de los parámetros A y B:

A: 47,24
B: 1.194.009.592,26

B objetivo: 1.194.009.592,26

Objetivo logrado

CÁLCULO DE ALARGADERAS:

Anterior a recrecido

Posterior a recrecido

$T_{gH}(E_a)$:	0,095436099	$T_{gH}(E_a)$:	0,095436099	ΔL:	-0,299
X1:	-380,999	X1:	-354,971		
L1:	454,332	L1:	454,033		

Anterior a recrecido

Posterior a recrecido

$T_{gH}(E_p)$:	0,094133995	$T_{gH}(E_p)$:	0,094133995	ΔL:	-0,273
X1:	-80,868	X1:	-107,269		
L2:	447,904	L2:	447,631		

CONTRAPESOS:

ÁNGULO MÁXIMO

ión de línea:	400
a Aisladores:	3,94
r en cruzeta:	9,00
a en cogolla:	0,62

Distancia de seguridad: 2,77

$\alpha 1$ (Horizontal): No hay contai⁹

$\alpha 2$ (Vertical): 45,40⁹

ÁNGULO ACTUAL

so del cable:	368,33
o en el cable:	404,37
de aisladores:	143,29
en aisladores:	35,03

α : 43,80⁹

FUERZA VERT T-15°C, peso sin sobrecargas (Híp. De flecha mínima)

Condiciones iniciales:

Condiciones finales (EDS):

t0:	27	t:	-15
P0:	0,67686	P:	0,67686
T0:	940,22		
S:	192		
E:	8.700		
δ:	0,0000193		

a (m)	pto (dN/m)	Ta (dN)	to (°C)	S (mm2)	E (dN/mm2)	d1 (°C)	t (°C)	pt (dN/m)	T (dN)
449,55	0,677	940,22	27,00	192,00	8.700,00	0,0000193	-15,00	0,677	1.033,84

Cálculo de los parámetros A y B:

A: 1.995,26
B: 6.444.309.965,53

B objetivo: 6.444.109.965,53

Objetivo logrado

T_{gH1} : -0,054811
 T_{gH2} : -0,04885

Fv: 394,22

AUTOR: Javier Fernández Fernández

Excel 5: Hoja "CADENAS" del libro de Excel de cálculo mecánico de Apoyos

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

Conductores

CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR

Tipo	Sección	Diametro	Radio	CARGA DE ROTURA	MASA	PESO	M.ELASTICIDAD	COEF.DILATACION	I. MAXIMA
LA-30	31,100	7,140	3,570	1.010,00	0,1080	0,1080	8.100,00	1,9100E-05	
LA-56	54,600	9,450	4,725	1.670,00	0,1890	0,1890	8.100,00	1,9100E-05	205,00
LA-78	78,600	11,340	5,670	2.360,00	0,2720	0,2720	8.100,00	1,9100E-05	
LA-110	116,200	14,000	7,000	4.400,00	0,4330	0,4330	8.200,00	1,7800E-05	330,00
LA-145	147,100	15,750	7,875	5.520,00	0,5480	0,5480	8.200,00	1,7800E-05	
LA-180	181,600	17,500	8,750	6.520,00	0,6760	0,6760	8.200,00	1,7800E-05	440,00
LA-192	192,000	17,990	8,995	5.730,00	0,6769	0,6769	8.700,00	1,9300E-05	
LA-280 HAWK	281,100	21,800	10,900	8.620,00	0,9770	0,9770	7.700,00	1,8900E-05	605,00
LA-380 GULL	381,000	25,380	12,690	10.870,00	1,2750	1,2750	7.000,00	1,9300E-05	751,00
LA-455 CONDOR	454,500	27,720	13,860	12.400,00	1,5210	1,5210	7.000,00	1,9300E-05	799,00
LA-545 CARDINAL	547,300	30,420	15,210	15.150,00	1,8320	1,8320	7.000,00	1,9300E-05	935,00
LA-635 FINCH	636,600	32,850	16,425	17.850,00	2,1250	2,1250	6.800,00	1,9400E-05	

CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE TIERRA

Tipo	Sección	Diametro	Radio	CARGA DE ROTURA	MASA	PESO	M.ELASTICIDAD	COEF.DILATACION	T.MAX
NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ACERO 50	49,500	9,000	4,500	5.980,00	0,3910	0,3836	19.000,000	1,1500E-05	
ACERO 70	67,300	10,500	5,250	8.140,00	0,5320	0,5219	19.000,000	1,1500E-05	
ACERO 85	85,900	12,000	6,000	10.615,00	0,6820	0,6690	19.000,000	1,1500E-05	
Alumoweld 7n8	58,500	9,780	4,890	7.225,00	0,3900	0,3826	16.170,000	1,3000E-05	
ACERO 50-7	49,500	9,000	4,500	5.980,00	0,4230	0,3910	19.000,000	1,1500E-05	
ACERO 53-3	50,000	9,500	4,750	7.100,00	0,4230	0,4150	17.000,000	1,1500E-05	
OPGW 2.24 F	114,900	15,600	7,800	8.030,00	0,5622	0,5510	9.700,000	1,6300E-05	3610,00
OPGW 2.48 F	137,300	16,400	8,200	10.265,00	0,9260	0,9075	14.162,000	1,2900E-05	4100,00
OPGW 15	115,320	15,200	7,600		0,6939	0,6800	13.191,000	1,4300E-05	
OPGW 48	180,000	17,000	8,500	8.000,00	0,6367	0,6240	12.000,000	1,5000E-05	

Excel 6: Hoja "CONDUCTORES" del libro de Excel de cálculo mecánico de Apoyos

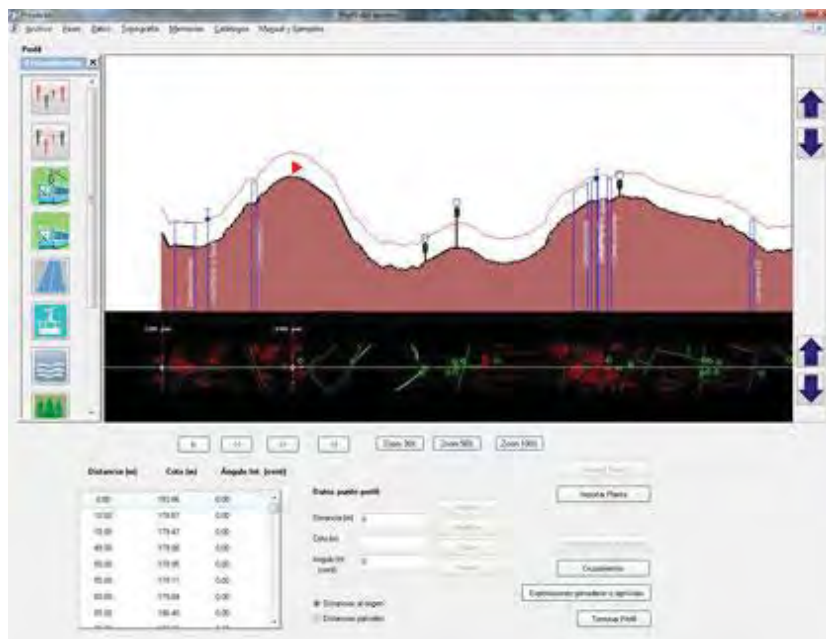
3. IMEDEXSA²

3.1. INTRODUCCIÓN

IMEDEXSA (Industrias Mecánicas de Extremadura S.A.), es un fabricante del sector metalmecánico establecido en 1.979, está dedicada desde su constitución al diseño y fabricación de torres y estructuras metálicas de celosía para tendidos eléctricos, crucetas y herrajes para postes de hormigón, seguidores solares, y torres de telecomunicaciones e iluminación de recintos.

3.2. INFORMACIÓN DEL PROGRAMA

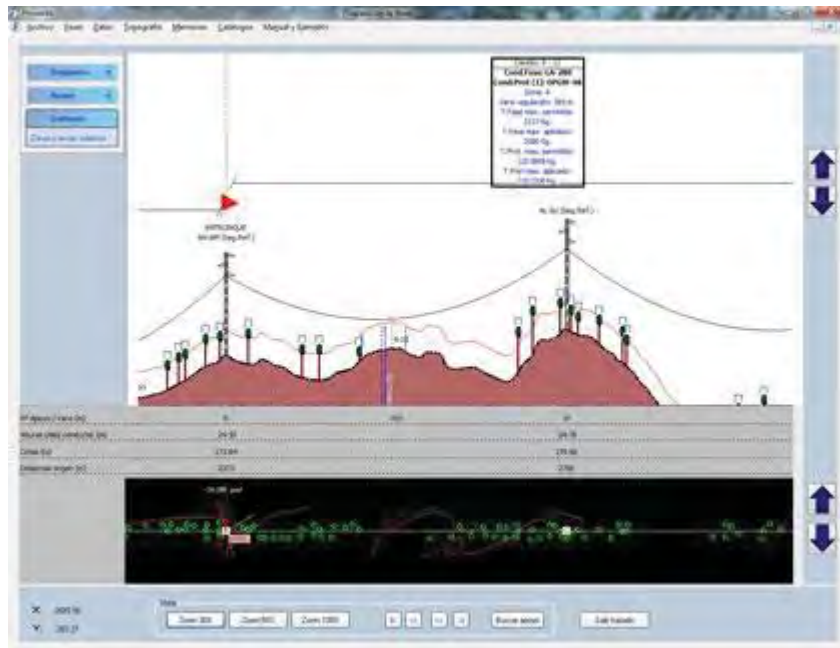
El programa permite importar la planta y el perfil mediante Autocad o archivos INSICA, o introducir los datos topográficos de manera manual. También permite indicar en el perfil dónde existen ángulos y dónde existen cruzamientos (carreteras, líneas existentes, ríos, edificios, explotaciones agrícolas y ganaderas, etc.).



Permite indicar la altura mínima al terreno, la temperatura máxima del tendido y permite calcular a velocidades de viento de 120 km/h, 130 km/h, 140Km/h, 160 km/h y 180 km/h. El replanteo de los apoyos se puede realizar de manera semiautomática, o situar los apoyos de manera fija o de manera gráfica observando los cortes de las catenarias.

² Fuente: <http://www.imedexsa.es/public/index.asp>

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)



Una vez que se realice el replanteo, permite la optimización de la línea cambiando los apoyos de lugar y modificando las alturas, mediante el movimiento del ratón.

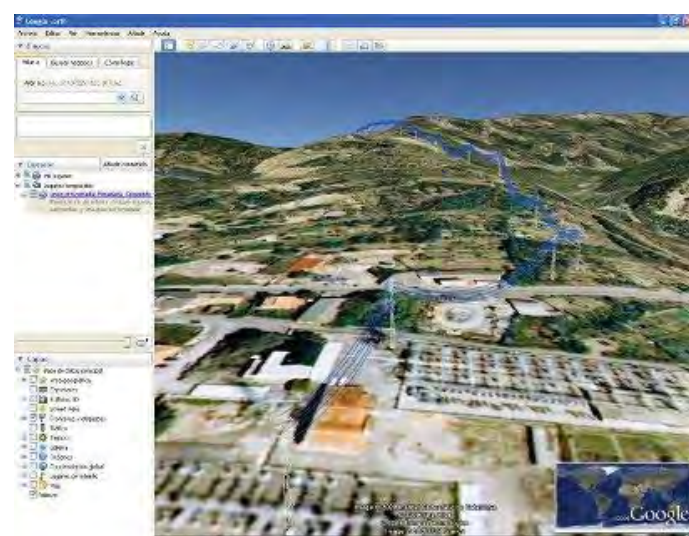
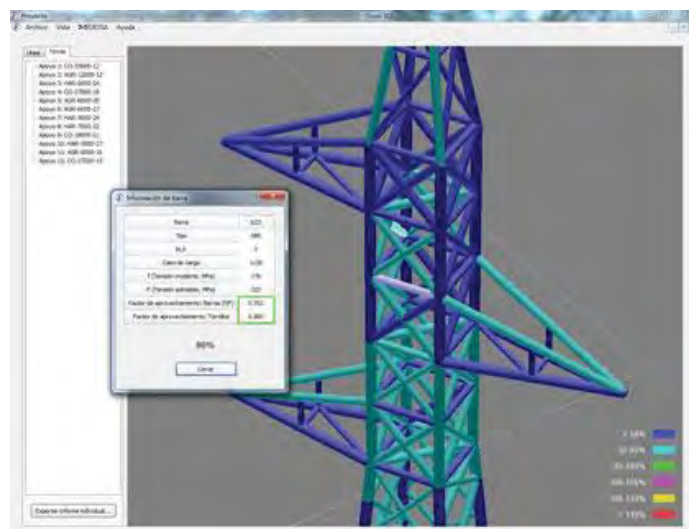
Contiene una Base de Datos por defecto con conductores de fase, conductores de protección, aisladores, herrajes, elementos de protección y precios, la cual puede ser ampliada y/o modificada por el usuario.

Una vez calculada la línea, se obtienen los siguientes resultados:

1. Permite ver gráficamente el perfil definitivo (con los apoyos seleccionados).
2. Exportar perfil definitivo a AutoCAD.
3. Comprobación de abaniqueos.
4. Tabla de tendido y flechas.
5. Cálculo de esfuerzos sobre apoyos.
6. Cálculo de distancias mínimas.
7. Cálculo de cimentaciones (Cimentación cuadrada con cueva, cimentación cuadrada sin cueva, cimentación circular).
8. Cálculos eléctricos.

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

Más imágenes del programa



3.3. USO EN EL PROYECTO

En el presente proyecto, este software se ha utilizado principalmente como catálogo y base de datos de conductores, torres, cadenas de aisladores, herrajes...

ANEJO N°7

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y

SALUD

ANEJO 7: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. OBJETO	5
1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN	6
2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.....	7
2.1. DATOS DE LA OBRA.....	7
2.2. ACCESO	7
2.3. PERSONAL PREVISTO	7
2.4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN	7
2.5. PLAZO DE EJECUCIÓN	7
3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS AL INICIO DE LA OBRA	8
3.1. INTERFERENCIAS DE SERVICIOS AFECTADOS	9
3.1.1. Conducciones de Gas	10
3.1.2. Líneas eléctricas Subterráneas y Aéreas	11
3.1.3. Conducciones de Agua	13
3.2. VALLADO PROVISIONAL DE LA OBRA Y SEÑALIZACIÓN.....	14
3.3. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR. PRIMEROS.....	16
3.3.1. Botiquín	17
3.3.2. Asistencia a los accidentados	18
3.4. INSTALACIONES PROVISIONALES	18
3.4.1. 3.4.1 Conexión a la red eléctrica	18
4. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA	21
4.1. REPLANTEO.....	21
4.1.1. Procedimiento de ejecución	21
4.1.2. Tipo de maquinaria y equipo humano	21
4.1.3. Riesgos profesionales	22

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

4.1.4. Medidas preventivas	22
4.1.5. Protecciones individuales	24
4.2. RECOGIDA DE ENSAYOS EN OBRA	24
4.2.1. Riesgos profesionales	24
4.2.2. Medidas preventivas	25
4.2.3. Protecciones individuales	26
4.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS	26
4.3.1. Riesgos profesionales de vaciados	26
4.3.2. Protecciones colectivas de vaciados	29
4.3.3. Protecciones individuales de vaciados	30
4.3.4. Riesgos profesionales de rellenos de tierras	30
4.3.5. Medidas preventivas de rellenos de tierras	30
4.3.6. Protecciones colectivas de rellenos de tierras	31
4.3.7. Protecciones individuales de rellenos de tierras	32
4.3.8. Riesgo eléctrico	32
4.4. HORMIGONADO	33
4.4.1. Descripción de los trabajos	33
4.4.2. Riesgos profesionales	33
4.4.3. Medidas preventivas durante el vertido	33
4.5. MONTAJE Y DESMONTAJE DE APOYOS	34
4.5.1. Procedimiento de trabajo	34
4.5.2. Riesgos profesionales	34
4.5.3. Medidas preventivas en el transporte	35
4.5.4. Medidas preventivas en el acopio	35
4.5.5. Medidas preventivas en el armado	36
4.5.6. Medidas preventivas en el izado	36

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

4.6. TENDIDO DE CABLES	38
4.6.1. Procedimiento de trabajo	38
4.6.2. Riesgos profesionales	39
4.6.3. Medidas preventivas en la ubicación de maquinaria y materiales.....	39
4.6.4. Medidas preventivas en el tendido de cable de tierra y conductor	40
4.6.5. Medidas preventivas en el tensado, regulado y engrapado	41
4.6.6. Medidas preventivas en el amarre aéreo	41
4.6.7. Medidas preventivas en los engrapados en apoyos en suspensión.	42
4.6.8. Equipos de protección individual recomendados	42
4.6.9. Protecciones colectivas	42
4.7. TRABAJOS EN ALTURA.....	43
4.7.1. Procedimiento de trabajo	43
4.7.2. Riesgos profesionales	43
4.7.3. Medidas preventivas	44
4.7.4. Mantenimiento.....	46
4.7.5. Operador	46
4.8. TRANSPORTE Y MANEJO DE MATERIALES	46
4.8.1. Descripción de la actividad.....	46
4.8.2. Riesgos profesionales	46
4.8.3. Protección individual	48
4.8.4. Protección para soldadores.....	48
4.9. TRABAJOS FORESTALES	48
4.9.1. Riesgos	48
4.9.2. Medidas preventivas en el talado de árboles	49
4.9.3. Medidas preventivas en la poda.....	49
4.9.4. Protecciones individuales.....	50

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

5.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA DE OBRA	51
6.	RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS MEDIOS AUXILIARES.....	52
7.	IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	53
7.1.	LIMPIEZA DE OFICINAS E INSTALACIONES PROVISIONALES	53
7.2.	TRABAJOS DE OFICINA	53
7.3.	LABORES DE VIGILANCIA DEL CENTRO DE TRABAJO	53
7.4.	RIESGOS PROFESIONALES	54
7.5.	ORDEN Y LIMPIEZA.....	54
7.6.	CAÍDAS AL MISMO NIVEL	54
7.7.	CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL.....	55
7.8.	CORTES.....	55
7.9.	CONTACTOS ELÉCTRICOS	55
7.10.	CONTACTO CON SUSTANCIAS QUÍMICAS EN EL PERSONAL DE LIMPIEZA.....	56
7.11.	SOBRESFUERZOS	56
7.12.	ESTRÉS	57
7.13.	MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS	57
8.	RIESGOS Y PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS.....	59
8.1.	MEDIDAS PREVENTIVAS	59
9.	PRESUPUESTO.....	61

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETO

Según el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, y más en concreto en su Artículo 4, “Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras”, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en las que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.760 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En concreto, para la realización de este proyecto, los supuestos específicos que obligan a que se elabore un Estudio de Seguridad y Salud y no un Estudio Básico de Seguridad y Salud es que el presupuesto de ejecución por contrata es superior a 450.760 euros.

Este estudio propone potenciar al máximo los aspectos preventivos en la ejecución de la obra, para garantizar la salud e integridad física de los trabajadores y persona del entorno. Para ello se han de evitar las acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, falta o insuficiencia de medios, siendo preciso por lo tanto:

- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de las actividades de la obra.
- Aplicar técnicas de trabajo que reduzcan en lo posible estos riesgos.
- Prever medios de control para asegurar en cada momento la adopción de las medidas de seguridad necesarias.

1.2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

La futura repotenciación de la línea Escatrón – El Espartal de 220 kV en la provincia de Zaragoza tiene la necesidad de añadir recrecidos en sus apoyos para cumplir con las prescripciones técnicas y normativas en cuanto a distancias de seguridad.

La línea actual está adaptada para soportar un aumento de potencia en cuanto a conductores y apoyos, pero necesita de este proyecto de recrecidos para cumplir con las prescripciones ya comentadas.

Los trabajadores de las empresas subcontratadas y los autónomos, se considerarán a efectos de seguridad en los trabajos como trabajadores de la empresa de la contrata principal y estarán sometidos al Plan de Seguridad y Salud que elabore el contratista. Además, la empresa subcontratada, deberá cumplir las mismas obligaciones para sus trabajadores que la empresa de contrata con los suyos, si bien esta última debe informar a la subcontrata de los riesgos para que sea ésta la que, a su vez, informe a sus trabajadores.

La obra civil comprenderá todos aquellos trabajos y ejecución de obras que sean precisos:

Explanación.

Terraplenados.

Movimiento de tierras

Cimentaciones de apoyos tipo monobloque y de zapatas aisladas

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1. DATOS DE LA OBRA

Obra: *RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)*

Situación: Provincia de Zaragoza

Autor del estudio: Javier Fernández Fernández

2.2. ACCESO

El acceso de la maquinaria y del personal de obra se definirá en la reunión de lanzamiento de la obra.

No existen problemas de accesos a la obra.

2.3. PERSONAL PREVISTO

El personal previsto como máximo, en un momento puntual para el desarrollo de la obra es de aproximadamente quince trabajadores.

2.4. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

El presupuesto de ejecución por contrata que se presenta para la instalación que se proyecta realizar asciende a la cantidad de SETENTA Y UN MIL CUARENTA Y TRES EUROS CON UN CÉNTIMO (71.043,01 €)

2.5. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución aproximado previsto de la obra objeto del presente estudio será de 5 meses.

3. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS AL INICIO DE LA OBRA

Previo al inicio de la obra los contratistas deberán realizar el replanteo de la misma, solicitando a las Compañías Distribuidoras los planos de los servicios que previsiblemente pudieran ser afectados por la ejecución de la misma. Dichos planos deben estar permanentemente en obra.

Antes del comienzo de las obras se realizará una reunión de lanzamiento y, si fuera necesario, se celebrarán reuniones de implantación, convocadas por el responsable de la unidad distribuidora, a las que asistirán:

- Personal de la unidad de distribución, afectado por la obra a realizar.
- Personal de todas las empresas de contrata.
 - Jefe de Obras.
 - Responsables de Prevención o quienes estén destinados a ejercer esta función durante las Obras (Recursos preventivos según Disposición Adicional decimocuarta “Presencia de recursos preventivos en las obras de construcción” de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales).
- Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

De esta reunión se levantará acta donde se recogerán los compromisos adquiridos por ambas partes y de los que se irá dando cuenta en sucesivas reuniones de coordinación, planificación y seguimiento de los trabajos, enviándose copia a los responsables de la unidad y al responsable de la empresa contratista.

Las reuniones serán convocadas por el responsable de la unidad distribuidora, quien podrá solicitar de los distintos responsables jerárquicos la asistencia de personal técnico en función de los asuntos a tratar, y especialmente los responsables de las actividades involucradas.

En función de la complejidad de las obras, se celebrarán reuniones de coordinación, planificación y seguimiento de los trabajos a las que estarán obligadas a asistir las Empresas de Contrata convocadas.

En estas reuniones se analizarán, entre otros, asuntos relacionados con:

- Procedimientos de ejecución
- Descargos
- Riesgos previsibles y medidas preventivas
- Coordinación de actividades empresariales
- Interferencias en los trabajos
- Accidentes e incidentes ocurridos
- Inspecciones de seguridad
- Material de Seguridad
- Formación
- Salud

3.1. INTERFERENCIAS DE SERVICIOS AFECTADOS

Antes del inicio de la obra hay que conocer los servicios públicos y privados (red de agua, gas, electricidad, saneamiento e infraestructuras de telecomunicaciones) que pueden atravesar la zona de trabajo. Se deberá disponer, previamente al inicio de la obra, de la siguiente documentación:

- Planos de servicio de la zona
- Números de emergencias de las compañías de servicio
- Acta de replanteo

Una vez conocidas las infraestructuras de servicios que discurren por la zona, las empresas contratistas realizarán un replanteo y darán las instrucciones oportunas para que el trabajo se ejecute sin que resulte dañada ninguna de dichas instalaciones de servicio. En dicho replanteo quedará marcado los lugares de acopio de materiales, escombros y maquinaria de obra pública, zonas de paso de peatones, vallado de las áreas de trabajo, señalización al tráfico a realizar, etc.

Seguidamente se presentan las normas básicas de seguridad a tener en cuenta ante la presencia de instalaciones de servicios en la zona de trabajo o en sus proximidades.

3.1.1. Conducciones de Gas

Normas de seguridad

- Localizada la conducción de gas en los planos de servicio se marcará bien con piquetas su dirección y profundidad, o bien utilizando aerosoles de pintura fosforescente. Para verificar la exactitud de los planos de servicios se debe comprobar la existencia en los alrededores de registros.
- Cuando la conducción enterrada esté a profundidad igual o inferior a 1 m, se iniciará el trabajo haciendo catas a mano hasta llegar a la generatriz superior de la tubería.
- Cuando la tubería esté enterrada a profundidad superior a 1 m, se empleará el medio mecánico disponible (retroexcavadora, o martillo neumático) hasta llegar a 1 m sobre la tubería, procediéndose a continuación como en el punto anterior.
- Se cuidará especialmente el cumplimiento de la prohibición de fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa en la zona de obra afectada.
- No se descubrirán tramos de tubería de gas de longitud superior a 15 m.
- Se vigilará especialmente que cualquier persona ajena a las operaciones no circule por las proximidades.
- En los trabajos se contará con la presencia de al menos un extintor de incendios de polvo polivalente.
- Si fuera necesario utilizar algún medio de iluminación portátil, se usarán linternas que utilicen tensiones de seguridad (inferiores a 50V) y éstas además serán antideflagrantes y de envoltente plástica.
- Queda prohibido cualquier tipo de trabajo sobre la tubería de gas. Estos quedan reservados a personal autorizado y contratado por la empresa distribuidora de gas.
- Queda prohibido almacenar material sobre la conducción.
- Queda prohibido utilizar las conducciones como punto de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Queda prohibido utilizar las conducciones como punto de apoyo para salir de las zanjas.

En caso de rotura

- Paralizar todos los trabajos y evacuar ordenadamente la zona de trabajo manteniendo la calma y la serenidad.
- Dar aviso a la compañía distribuidora de gas y al número de emergencia 112 para que se proceda a cortar el suministro y, si es necesario, para que los bomberos y la policía evacuen las propiedades colindantes y corten el tráfico.
- Acotar una zona del escape impidiendo que peatones y vehículos estén próximos o pasen próximos a la zona del siniestro.
- Si se advierte que algún operario presenta síntomas de intoxicación (zumbido de oídos, mareos, falta de coordinación, etc.) abandonará de forma inmediata la zona, trasladándose a una zona de aire limpio. Recibirá asistencia médica lo más rápidamente posible.

3.1.2. Líneas eléctricas Subterráneas y Aéreas

Normas de seguridad

- Localizada la línea eléctrica subterránea en los planos de servicio se marcará bien con piquetas su dirección y profundidad, o bien utilizando aerosoles de pintura fosforescente. Se verificarán los datos recogidos en los planos de servicio realizando una medición con un detector de campo que indique el trazado y profundidad del conductor eléctrico.
- Cuando se conozca perfectamente el trazado y profundidad de la línea, se podrá excavar con maquinaria hasta 0,5 m de la conducción, y a partir de ahí mediante medios manuales.
- Cuando no se tenga seguridad del trazado y profundidad, se excavará con máquina hasta 1 m de la línea, y posteriormente se utilizarán medios manuales.
- Una vez descubierta la línea se pueden encontrar dos posibilidades: que la línea esté protegida por un prisma de hormigón, o bien que los cables estén al aire.
- En caso de existir un prisma de hormigón, se continuará el trabajo sin realizar ninguna operación de demolición o picado del prisma.

- En caso de estar los cables al aire, se paralizarán los trabajos de forma inmediata, se contactará con la empresa distribuidora con el objetivo de que la línea sea descargada, o bien operarios autorizados y contratados por la empresa distribuidora realizarán un aislamiento de seguridad de la línea. Hasta que no se descargue o se aíse la línea eléctrica se evacuará y vallará la zona de trabajo.
- Queda prohibido cualquier tipo de trabajo sobre la línea eléctrica. Estos quedan reservados a personal autorizado y contratado por la empresa distribuidora de gas.
- Queda prohibido almacenar material sobre el prisma o el cable eléctrico.
- Queda prohibido utilizar el prisma como punto de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Queda prohibido utilizar el prisma como punto de apoyo para salir de las zanjias.
- Ante la existencia de una línea eléctrica aérea se colocarán porterías con banderolas de color blanco y rojo que delimiten la altura máxima.
- Se instalarán gálibos, pórticos o barreras verticales que en todo momento realicen la función de mantener la distancia de seguridad a la línea eléctrica aérea.
- Ante trabajos en proximidad, se solicitará a la compañía la protección de los cables.

En caso de rotura

- Paralizar todos los trabajos y evacuar ordenadamente la zona de trabajo manteniendo la calma y la serenidad. No tocar ningún conductor eléctrico. En caso que la línea eléctrica haya sido seccionada total o parcialmente por maquinaria de obra pública, el conductor no abandonará la cabina hasta que el suministro haya sido interrumpido. En caso de fuerza mayor, si el conductor tuviera que abandonar la cabina lo hará saltando lo más lejos posible de la cabina.

- Dar aviso a la compañía distribuidora de electricidad y al número de emergencia 112 para que se proceda a cortar el suministro, y si es necesario, para que los bomberos y la policía evacuen las propiedades colindantes y corten el tráfico.
- Acotar la zona del siniestro impidiendo que peatones y vehículos estén próximos a él.
- En caso de que un trabajador reciba un contacto eléctrico se avisará inmediatamente al número de emergencia 112 y no se actuará sobre él hasta que no haya confirmación de la compañía eléctrica del corte del suministro.
- Todos los trabajadores que realicen trabajos en proximidad de líneas eléctricas deberán ser trabajadores cualificados o autorizados según proceda, así mismo tendrán que tener formación de cómo actuar en caso de accidente eléctrico.

3.1.3. Conducciones de Agua

Normas de seguridad

- Localizada la conducción de agua en los planos de servicio se marcará bien con piquetas su dirección y profundidad, o bien utilizando aerosoles de pintura fosforescente. Para verificar la exactitud de los planos de servicios se debe comprobar la existencia en los alrededores de registros.
- Conocido el trazado y profundidad de la conducción, se excavará con medios mecánicos hasta aproximadamente 0,5m de la conducción, a partir de los cuales se utilizarán medios manuales.
- Si se duda sobre el trazado y profundidad exacta se realizarán catas con medios manuales hasta encontrar la conducción.
- Se deberán apuntalar o suspender las tuberías descubiertas en grandes tramos.
- Queda prohibido cualquier tipo de trabajo sobre la tubería de agua. Estos quedan reservados a personal autorizado y contratado por la empresa distribuidora de agua.
- Queda prohibido almacenar material sobre la tubería.

- Queda prohibido utilizar la tubería como punto de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Queda prohibido utilizar la tubería como punto de apoyo para salir de las zanjas.

En caso de rotura

- Paralizar todos los trabajos y evacuar ordenadamente la zona de trabajo manteniendo la calma y la serenidad.
- Dar aviso a la compañía distribuidora de agua y al número de emergencia 112 para que se proceda a cortar el suministro, y si es necesario, para que los bomberos y la policía evacuen las propiedades colindantes y corten el tráfico.
- Acotar una zona del siniestro impidiendo que peatones y vehículos estén próximos a la zona inundada.
- Una vez el suministro haya sido cortado, se procederá al achique del agua de las zanjas. Si la inundación es de grandes dimensiones se solicitará a los bomberos que achiquen el agua. En caso de pequeñas inundaciones se vaciará el agua de las zanjas mediante cubos, bombas sumergibles o cualquier otro sistema válido.

3.2. VALLADO PROVISIONAL DE LA OBRA Y SEÑALIZACIÓN

Respecto a la señalización se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Los elementos de señalización y protecciones horizontales y verticales deberán mantenerse hasta la total finalización de los trabajos de reposición, limpieza y retirada de maquinaria y escombros.
 - Deberá presentarse, como mínimo, la señalización de:
 - Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
 - Prohibido el paso en la zona por la entrada de vehículos.
 - Obligatoriedad del uso del casco y equipos de protección individual necesarios en el recinto de la obra.
 - Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
 - Cartel de obra.

Las condiciones del vallado serán:

- Las vallas a utilizar como cerramiento y a su vez como protección de las zonas de trabajo y zanjas serán de las denominadas vallas tipo ayuntamiento o vallas de contención, con 2,5 m de anchura, 1 m de altura, fabricadas en tubo de acero, de color blanco o amarillo y con elementos de amarre.
- Las vallas se dispondrán en todo el perímetro de la obra, a una distancia del borde de 60 cm, ancladas entre sí con los elementos de amarre de que disponen.
- Las zonas donde trabaje maquinaria deberán quedar perfectamente valladas y delimitadas. El acceso a la zona de trabajo se realizará retirando las vallas necesarias, y una vez la máquina este dentro, se volverán a colocar las vallas en su posición inicial. Estas vallas proporcionarán una barrera física entre las máquinas y el personal que realice la obra, los peatones y los vehículos que utilicen la vía pública.
- Cuando se ejecuten obras en acera y no sea posible mantener en la misma un paso de peatones de al menos 1,5 metros de anchura, deberá habilitarse un pasillo de dicha anchura en la zona de la calzada más próxima al bordillo. Dicho pasillo deberá protegerse en sentido longitudinal, por ambos lados, con una línea continua de vallas y deberá emplearse señalización nocturna para una mejor visualización de la invasión de la calzada.
- Las personas que realicen obras en la vía pública o colindante, deberán prevenir el ensuciamiento de la misma y los daños a personas o cosas. Para ello es obligatorio colocar vallas y elementos de protección para la carga y descarga de materiales y productos de derribo.
- Los materiales de suministro, así como los residuales, se dispondrán en el interior de la obra o dentro de la zona acotada de la vía pública debidamente autorizada. Si hubiera que depositarlos en la vía pública, será necesaria la autorización municipal y se hará en un recipiente adecuado, pero nunca en contacto directo con el suelo.
- Todas las operaciones de obras como amasar, aserrar, etc. se efectuarán en el interior del inmueble de la obra o dentro de la zona acotada de vía pública

debidamente autorizada, estando totalmente prohibida la utilización del resto de vía pública para estos menesteres.

- En la realización de calicatas, deberá procederse a su cerramiento conforme a lo establecido en la Ordenanza Municipal de Obras e Instalaciones que impliquen afección de la vía pública.
- Al objeto de evitar el ensuciamiento de la vía pública, de forma inmediata a producirse el relleno de la calicata deberá procederse a la reposición del pavimento afectado. En ningún caso podrán retirarse las señalizaciones y vallas protectoras hasta que se haya procedido a la reposición de los pavimentos en su estado original.
- Es obligación del constructor la limpieza diaria y sistemática de la vía pública que resulte afectada por la construcción de edificios o realización de obras, incluido el ensuciamiento derivado del trasiego de maquinaria y vehículos de carga por el viario de acceso o salida al lugar de la obra.

Las condiciones del vallado del cerramiento provisional de la obra serán:

- 2 metros de altura.
- Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

El vallado deberá ser revisado periódicamente por el encargado o Jefe de obra.

3.3. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR. PRIMEROS

AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

Se colocarán casetas de obra, en función del volumen de mano de obra previsto (15 trabajadores para el presente proyecto) y de las dimensiones de las casetas que se vayan a instalar, definiéndose los siguientes elementos sanitarios:

- Ducha de agua fría y caliente
- Inodoro
- Lavabo
- Espejo (40 x 50 cm.)
- Calentador de agua

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

completados con los elementos auxiliares necesarios: toalleros, jaboneras, papel higiénico, toallitas húmedas, portarrollos, etc.

Los vestuarios estarán provistos de bancos y perchas con capacidad para los trabajadores existentes, calefactores y 10 taquillas individuales con llave, utilizando esta zona para albergar los servicios sanitarios y para que los trabajadores puedan recibir los cuidados médicos. Se dotará de un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado en la legislación vigente.

Se instalarán comedores con mesas y sillas en número suficiente, y se dispondrá de dos microondas, un grifo en la pileta con agua corriente y menaje suficiente para el número de operarios existentes en obra, así como un recipiente para recogida de basuras y calefacción en invierno.

Se instalará también una caseta para el almacenaje de material de obra.

Asimismo, se instalará una caseta para oficina de obra que contendrá, como mínimo, un calefactor, mesas y sillas de oficina en número igual al personal que vaya a trabajar en ellas, tablero y taburete de dibujo y mueble archivador.

CUADRO INFORMATIVO DE NECESIDADES	
Superficie de vestuario aseo	15 trab. x 2 m ² = 30 m ²
Nº de módulos necesarios	30 m ² : 20 m ² = 2 ud.
Superficie de comedor	15 trab. x 2 m ² . = 30 m ²
Nº de módulos necesarios	30 m ² : 20 m ² = 2 ud.
Nº de retretes:	10 trab. : 25 trab. = 1 ud.
Nº de lavabos	10 trab. : 10 trab. = 1 ud.
Nº de duchas	10 trab. : 10 trab. = 1 ud.

3.3.1. Botiquín

Se dispondrá de un botiquín portátil, convenientemente señalizado, en los vestuarios para efectuar las curas de urgencia. Se hará cargo de dicho botiquín la persona más capacitada.

3.3.2. Asistencia a los accidentados

Para los primeros auxilios a accidentados se utilizará el material médico existente en el botiquín y la camilla de socorro y mantas correspondientes, instaladas en el local adecuado (caseta primeros auxilios).

Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes centros médicos a donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en un sitio visible (como por ejemplo, en la puerta del botiquín) de una lista con los teléfonos y direcciones de emergencias para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados.

3.4. INSTALACIONES PROVISIONALES

3.4.1. 3.4.1 Conexión a la red eléctrica

- Riesgos más comunes:
 - Heridas punzantes en manos.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Electrocución: contactos eléctricos directos e indirectos, derivados esencialmente de:
 - Trabajos con tensión.
 - Intentar trabajar sin tensión pero sin cerciorarse de que está efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inapropiadamente.
 - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
 - Usar equipos inadecuados o deteriorados.
 - Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.
- Normas preventivas:
 - Sistema de protección contra contactos indirectos
 - Normas de prevención tipo para los cables
 - Normas de prevención para los interruptores

- Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos
- Normas de prevención para las tomas de energía
- Normas de prevención para la protección de los circuitos
- Normas de prevención para las tomas de tierra
- Normas de prevención para la instalación de alumbrado
- Normas de seguridad de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra
- Normas de protección

3.4.2 Protección contra incendios

A fin de prevenir y evitar la formación de un incendio se tomarán las siguientes medidas:

- Orden y limpieza general en toda la obra.
- Se separará el material combustible del incombustible, amontonándolo por separado en los lugares indicados para tal fin para su transporte a vertedero diario.
- Almacenar el mínimo de gasolina, gasóleo y demás materiales de gran inflamación.
- Se cumplirán las normas vigentes respecto al almacenamiento de combustibles.
- Se definirán claramente y por separado las zonas de almacenaje.
- La ubicación de los almacenes de materiales combustibles se separará entre ellos (como la madera de la gasolina) y a su vez estarán alejados de los tajos y talleres de soldadura eléctrica y oxiacetilénica.
- La iluminación e interruptores eléctricos de los almacenes será mediante mecanismos antideflagrantes de seguridad.
- Se dispondrán todos los elementos eléctricos de la obra en condiciones para evitar posibles cortocircuitos.
- Quedará totalmente prohibido encender fogatas en el interior de la obra.
- Se señalizará a la entrada de las zonas de acopios, almacenes y talleres, adhiriendo las siguientes señales normalizadas:
 - Prohibido fumar.

- Indicación de la posición del extintor de incendios.
- Peligro de incendio.
- Peligro de explosión (almacenes de productos explosivos).
- Habrá extintores de incendios junto a las entradas e interior de los almacenes, talleres y zonas de acopios.
- El tipo de extintor a colocar dependerá del tipo de fuego que se pretenda apagar, dependiendo del trabajo a realizar en cada fase de la obra. Siempre que se desarrollen trabajos de soldadura, se debe tener un extintor en las proximidades.
- Se tendrá siempre a mano y reflejado en un cartel bien visible en las oficinas de obra, el número de teléfono del servicio de bomberos.

4. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LAS ACTIVIDADES DE OBRA

4.1. REPLANTEO

Esta actividad se realiza desde el inicio de la obra hasta su final y comprende todas las labores que un equipo de topografía especializado, formado por topógrafos y peones, realiza para dejar datos físicos y medidas referenciadas en el terreno, definiendo por medio de los replanteos, todos los datos geométricos, para poder realizar las actividades y elementos constructivos que componen la obra.

4.1.1. Procedimiento de ejecución

- Este equipo, normalmente formado antes del inicio de las actividades de la obra, ha realizado los replanteos previos y demás comprobaciones para definir las fases previas de la misma.
- El equipo se desplaza normalmente con un vehículo tipo furgoneta o todoterreno, que tiene capacidad para llevar los aparatos, trípodes, miras y medios auxiliares para el replanteo y mediciones.
- Su exposición al riesgo de accidentes es elevada, ya que recorren y tienen presencia en todos los tajos y actividades de la obra, a lo largo de la misma y por todo el tiempo que dura. Sin embargo, la necesidad de situar los aparatos de medición en sitios estratégicos y estables, hace que los riesgos del operador sean minimizados por estar normalmente apartado del movimiento de la obra (en vértices). Los peones, por su aproximación a los tajos y su introducción a los mismos, tienen un alto grado de riesgo de accidentes.
- Las operaciones de replanteo particular de las distintas unidades de obra se inician con las labores de despeje y desbroce.
- El número de trabajadores expuesto al riesgo es de un topógrafo y dos peones.

4.1.2. Tipo de maquinaria y equipo humano

- Vehículo
- Estación total o nivel

- Topógrafo
- Peón especialista

4.1.3. Riesgos profesionales

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Atropellos por maquinaria o vehículos por presencia cercana a la misma en labores de comprobación
- Contactos eléctricos directos, con la mira en zonas de instalaciones urbanas
- Caída de objetos
- Golpes en brazos, piernas o con la maza al clavar estacas y materializar puntos de referencia
- Proyección de partículas de acero en clavamientos
- Golpes contra objetos
- Ambientes de polvo en suspensión
- Riesgo de accidentes de tráfico dentro y fuera de la obra
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, tormentas, fuertes vientos, lluvias, etc.)
- Riesgos de picaduras de insectos y reptiles

4.1.4. Medidas preventivas

- Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con arnés de seguridad y un punto fijo en la parte superior de la zona.
- Todo el equipo debe usar botas antideslizantes y especiales para evitar caídas por las pendientes y al mismo nivel.
- Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, tiene que desarrollarse con arnés de sujeción y estar anclado a puntos fijos de las estructuras.
- Para la realización de las comprobaciones o materializar datos en zonas en alturas de estructuras y obras de fábrica, se tendrá que acceder por escaleras

reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares (escaleras fijas).

- Debe evitarse la estancia, durante los replanteos, en zonas que puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones con herramientas hasta que se haya abandonado la zona. Como norma general, en la obra no se trabajará en la misma vertical si no se disponen de los medios o protecciones colectivas necesarias para evitar los riesgos producidos por la posible caída de objetos.
- Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se tendrán que usar guantes y punteros con protector de golpes en manos.
- Debe evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por tener riesgo de proyección de partículas de acero en cara y ojos. Se usarán gafas antipartículas durante estas operaciones.
- En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de replanteo de acuerdo con la Dirección
- Facultativa y el Jefe de Obra.
- En los tajos en los que por necesidad se tenga que realizar alguna comprobación con la maquinaria funcionando y en movimiento, se realizarán las comprobaciones, preferentemente, parando por un momento el proceso constructivo, o en su caso realizar las comprobaciones siempre mirando hacia la maquinaria y nunca de espaldas a la misma.
- Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos, tanto enterrados como aéreos, y demás servicios afectados para evitar contactos directos o indirectos con los mismos.
- Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes y en caso de peligro con mucho tráfico, se realizarán con el apoyo de señalistas.
- Las miras utilizadas serán dieléctricas
- En el vehículo se tendrá continuamente un botiquín que contenga los mínimos para la atención de urgencias, así como antiinflamatorios para aplicar en caso de picaduras de insectos.

4.1.5. Protecciones individuales

- Protección de la cabeza:
 - Casco homologado con barbuquejo.
 - Mascarilla antipolvo.
 - Filtros para reposición de mascarillas.
 - Pantallas faciales anti-impactos.
- Protección del tronco:
 - Sistemas anticaídas (línea de vida, dispositivo anticaídas y arnés de seguridad).
 - Mono de trabajo.
 - Traje de agua.
 - Chalecos reflectantes.
- Protección extremidades superiores:
 - Guantes de lona y piel.
- Protección extremidades inferiores:
 - Botas de agua para protección frente al agua y la humedad.
 - Botas de seguridad antideslizante.

4.2. RECOGIDA DE ENSAYOS EN OBRA

4.2.1. Riesgos profesionales

- Caídas al mismo nivel
- Caídas de personal a distinto nivel
- Pisadas sobre objetos
- Cortes, erosiones o golpes contra objetos y / o herramientas
- Proyección de fragmentos y partículas
- Atrapamiento
- Sobreesfuerzos
- Atropellos

4.2.2. Medidas preventivas

- Comunicar con antelación la visita a la obra para la recogida de las muestras, solicitando a la persona que acompañará durante la visita.
- Se tendrá que hacer uso de los equipos de protección individual del tajo en cuestión. Como mínimo se dispondrá de chaleco, botas, ropa de trabajo adecuada y casco.
- Se debe tener presente la señalización de seguridad que hay en obra, obrando en consecuencia y atendiendo a sus indicaciones, que tienen carácter obligatorio.
- Al entrar en la obra se dirigirá a la casetas de obras y se evitará transitar por el interior de la misma sin ir acompañado de personal autorizado.
- Se debe tener presente en cada momento la situación de los trabajadores que se encuentran cerca y el trabajo que se está realizando, para evitar riesgos añadidos a su proximidad.
- Se debe estar pendiente de las maniobras y circulación de vehículos y maquinaria.
- No se debe circular o permanecer bajo cargas suspendidas.
- Se debe mantener una distancia prudencial de 2 metros de las excavaciones y zanjas. Se accederá a una excavación siempre por un lugar seguro.
- Nunca se realizará la actividad o el tránsito por plataformas con una anchura inferior a 60 cm y sin barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.
- No se deben realizar funciones ajenas al trabajo propio.
- La electricidad es un medio auxiliar imprescindible y se debe tratar con mucho cuidado para evitar accidentes.
- Si al terminar la actividad no se localiza al personal que acompañó al recogedor de ensayos, se debe abandonar la obra por el mismo camino por el que se ha entrado.
- Se utilizarán en todo momento las herramientas y útiles acordes a la muestra de ensayos a recoger.
- En caso de hacer mediciones de compactación del terreno se tendrá que llevar un aparato radiactivo y un dosímetro.

4.2.3. Protecciones individuales

- Casco
- Calzado de seguridad
- Chaleco reflectante
- Las propias para el ensayo a retirar

4.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras corresponderá a los trabajos para la realización de caminos de acceso a los apoyos, si fuesen necesarios, trabajos de explanación para la nivelación de apoyos, excavación de cimentaciones de apoyos, zanjas, pozos de servicio y cualquier trabajo en el que sea necesario el movimiento de tierras.

En el caso de ser necesaria la realización de caminos de acceso, el movimiento de tierras será el mínimo posible, con unas dimensiones adecuadas a las dimensiones de los vehículos que circulen por la misma.

4.3.1. Riesgos profesionales de vaciados

- Afloramiento del nivel freático, escapes o desbordamientos en conducciones de saneamiento y filtraciones acuosas de todo tipo.
- Desplome de tierras o rocas por alguno de los siguientes motivos:
 - ☐ Sobrecarga de los bordes de excavación.
 - ☐ No emplear el talud adecuado.
 - ☐ Variación de la humedad del terreno.
 - ☐ Vibraciones cercanas.
 - ☐ Alteraciones del terreno por variaciones fuertes de temperatura.
 - ☐ Fallo de las entibaciones.
 - ☐ Derrumbe de Acerados o edificaciones contiguas por descalce en su cimentación.
- Interferencias con conducciones de agua o energía eléctrica enterradas.
- Riesgos de terceros, por intromisión descontrolada de los mismos en la obra en horas dedicadas a descanso o producción.

- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas.
- Problemas de circulación interna (embarramiento), debido al mal estado de las pistas de acceso o circulación.
- Contactos eléctricos, directos o indirectos.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras (palas y camiones).
- Caída de vehículos, maquinaria u objetos desde el borde de coronación de la excavación.
- Sinistros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Caída de material desde las cajas de los vehículos.
- Caída de personas al mismo y diferente nivel.
- Inhalación de polvo.
- Ruido.

4.3.2 Medidas preventivas de vaciados

- Antes del comienzo de los trabajos tras cualquier parada, se inspeccionará el estado de las medianerías, cimentaciones, etc. con el fin de prever posibles movimientos indeseables.
- Antes del inicio de los trabajos tras cualquier parada, se inspeccionará el estado de los apuntalamientos o apeos hechos a las construcciones colindantes, con el fin de prever posibles fallos indeseables.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día por cualquier circunstancia.
- En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por rotura de conducciones, etc.) se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes o de las cimentaciones próximas.
- La coronación a la que deben acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla de 1 m de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, situada a dos metros como mínimo del borde de coronación del talud.

- El acceso o aproximación a distancias inferiores a 2 m del borde de coronación del talud del vaciado sin protección, se efectuará sujeto con un arnés de seguridad amarrado a un “punto fuerte”.
- Los pozos de cimentación estarán correctamente señalizados y tapados para evitar caídas del personal a su interior.
- Se prohíbe la circulación interna de vehículos a una distancia mínima de aproximación del borde de coronación del vaciado de 3 m para vehículos ligeros y de 4 m para los pesados, debiéndose señalar dichas distancias.
- Toda la maquinaria utilizada en el movimiento de tierras así como el personal encargado de su manejo, estará en posesión de los correspondientes permisos, homologaciones y licencias que la ley estipula.
- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y /o número superior a los asientos existentes en el interior.
- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor cuando éste no disponga de la visibilidad suficiente. En el caso de acceso o salida de la obra a la vía pública, esta persona se colocará en el exterior de la valla y procederá a indicar al conductor de la máquina. Esta persona dispondrá en todo momento de chaleco reflectante y en ningún momento y siempre que el trabajo lo permita, el señalista y el conductor estarán en contacto visual.
- Mantenimiento correcto de la maquinaria. Se realizarán las revisiones periódicas establecidas por el fabricante y todos los días se llevarán a cabo revisiones visuales de las partes fundamentales de la maquinaria utilizada en obra.
- Correcta disposición de la carga de tierras en el camión, no cargándolo más de lo admitido. Los camiones dispondrán de lona en el transporte de material para evitar la caída de material. Se regará la carga para evitar la generación de polvo durante su transporte.
- Se señalizarán los accesos y recorrido de los vehículos en el interior de la obra para evitar las interferencias.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a 5 m (como norma general) en torno a maquinaria de movimiento de tierras en

funcionamiento. La visibilidad para el maquinista es inferior a la deseable dentro del entorno señalado.

- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de excavación que por su situación ofrezcan riesgo de desplazamiento.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matorros, cuyas raíces hayan quedado al descubierto.
- En el caso de ser necesario realizar un vaciado en la obra, los accesos de camiones y maquinaria al vaciado se realizarán mediante pendientes inferiores al 12% en tramos rectos y al 8% en tramos curvos. Previamente a los tramos inclinados deberá haber un tramo con pendiente 0% de al menos 6 m de longitud.

4.3.2. Protecciones colectivas de vaciados

- Orden en el tráfico de camiones.
- Desvío de los servicios afectados.
- Vallas delimitación y protección.
- Señalización general:
 - STOP en la salida.
 - Obligatorio uso de casco.
 - Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, entrada y salida de vehículos.
 - Salida de camiones.
- Pendientes adecuadas.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria y vehículos.
- Limpieza de viales.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Orden y limpieza en el entorno.
- Orden y limpieza en viales.

4.3.3. Protecciones individuales de vaciados

- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno
- Botas de seguridad.
- Botas de goma
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable.
- Protectores auditivos.
- Arnés de seguridad.
- Arnés anti vibratorio para conductores de maquinaria.
- Guantes de lona
- Guantes de goma o P.V.C.

4.3.4. Riesgos profesionales de rellenos de tierras

- Siniestros de vehículos por exceso de carga o mal mantenimiento.
- Caídas de material desde las cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde las cajas o carrocerías de los vehículos.
- Choques entre vehículos por falta de señalización.
- Vuelco de vehículos durante descargas en sentido de retroceso.
- Accidentes por conducción en ambientes pulverulentos de poca visibilidad.
- Accidentes por conducción sobre terrenos encharcados sobre barrizales.
- Ruido ambiental.

4.3.5. Medidas preventivas de rellenos de tierras

- Todo el personal que maneje los camiones, dumper, apisonadoras etc., será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa.
- Todos los vehículos serán revisados periódicamente, en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.

- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.
- Cada equipo de carga para rellenos será dirigido por un jefe de equipo que coordinará las maniobras.
- Se instalará en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso, a las distancias señaladas en los planos.
- Se señalizarán los accesos a la vía pública mediante las señales normalizadas de “peligro indefinido”, “peligro salida de camiones” y “STOP”, complementándose si es necesario con un semáforo para facilitar la salida de los camiones.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad en caso de vuelco.
- Se establecerán a lo largo de la obra los letreros divulgativos y señalización de los riesgos propios de este tipo de trabajos (peligro: -vuelco-, -atropello-, -colisión-, etc.).
- Los conductores de cualquier vehículo provisto de cabina cerrada quedan obligados a utilizar el casco de seguridad para abandonar la cabina en el interior de la obra.

4.3.6. Protecciones colectivas de rellenos de tierras

- Correcta carga de los camiones.
- Señalización vial.
- Riesgos anti polvo.
- Topes de limitación de recorrido para el vertido.
- Pórtico de seguridad anti vuelco en máquinas.
- Limpieza de viales.
- Accesos independientes para personas y vehículos.
- Evitar la presencia de personas en las zonas de carga y descarga de camiones.

4.3.7. Protecciones individuales de rellenos de tierras

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables de seguridad.
- Mascarillas anti polvo con filtro mecánico recambiable.
- Guantes de lona y serraje.
- Cinturón anti vibratorio.
- Ropa de trabajo.

4.3.8. Riesgo eléctrico

Debido a que los trabajos se realizan en la instalación de líneas eléctricas, a la posible proximidad de líneas eléctricas y a los trabajos dentro de una subestación eléctrica en funcionamiento, todos los trabajos de movimiento de tierras se realizarán en zonas acotadas, señalizadas y con las líneas eléctricas aéreas o subterráneas dentro de la zona acotada fuera de servicio en la medida de lo posible.

En el desplazamiento de las plumas, será necesario que en todo momento las distancias sean superiores a 3 m hasta 66 kV, 5 m entre 66 y 220 kV y 7 m hasta 380 kV. En el caso de que se pueda desplazar la pluma por algún descuido a distancias menores, será necesario el bloqueo de la misma para impedir este desplazamiento no deseado.

Si no es posible la anulación de servicios afectados, se tomarán las medidas necesarias para que se mantengan en todo momento las distancias de seguridad de la máquina respecto a los cables, mediante la instalación de gálilos, barreras protectoras, señalización, etc. que impidan el contacto directo de máquina-cable.

Todos estos trabajos estarán planificados en las diferentes reuniones de seguridad que se realicen a lo largo de la obra, anunciados y conocidos por todos. Tendrán su correspondiente procedimiento de trabajo firmado y sellado por las partes que intervengan en esta fase de trabajo.

4.4. HORMIGONADO

4.4.1. Descripción de los trabajos

Una vez estén realizadas las zanjas y zapatas de los apoyos, se procederá a hormigonar el elemento en cuestión, bien mediante bomba de hormigón, bien mediante cubo o directamente mediante canaleta de la hormigonera.

4.4.2. Riesgos profesionales

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Caída de personas y/u objetos al vacío.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pisadas sobre superficies de tránsito.
- Los derivados de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- Salpicaduras de hormigón en los ojos.
- Fallo de entibaciones.
- Corrimiento de tierras.
- Los derivados de la ejecución de trabajos bajo circunstancias meteorológicas adversas.
- Atrapamientos.

4.4.3. Medidas preventivas durante el vertido

- Prever el mantenimiento de las protecciones instaladas durante el movimiento de tierras.
- Antes del inicio del vertido del hormigón, el responsable del tajo revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones, si es que existen.
- Antes del inicio del hormigonado se revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.
- Se mantendrá una limpieza esmerada. Se eliminarán antes del vertido del hormigón puntas, restos de madera, redondos y alambres.

- Se instalarán pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar, formadas por un mínimo de tres tablones trabajados (60 cm de anchura).
- Se establecerán pasarelas móviles, formadas por un mínimo de tres tablones (0,60 m) sobre las zanjas a hormigonar para facilitar el paso y los movimientos necesarios del personal de ayuda al vertido.
- Se establecerán a una distancia mínima de 3 m (como norma general) fuertes topes al final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse al borde de zanjas (o zapatas) para verter hormigón.

4.5. MONTAJE Y DESMONTAJE DE APOYOS

4.5.1. Procedimiento de trabajo

Comprenderá todos los trabajos y actividades necesarias para el montaje de apoyos:

- Transporte
- Acopio
- Armado
- Izado

4.5.2. Riesgos profesionales

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Atropellos, por maquinaria o vehículos por presencia cercana a la misma en labores de comprobación.
- Caída de objetos
- Atrapamiento
- Sobreesfuerzos
- Ambientes de polvo en suspensión
- Riesgo de accidentes de tráfico dentro y fuera de la obra

- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, tormentas, fuertes vientos, lluvias, etc.)
- Riesgos de picaduras de insectos y reptiles.

4.5.3. Medidas preventivas en el transporte

- Se entiende por transporte tanto la carga como la descarga del material transportado hasta la zona de trabajo, teniendo especial cuidado en el acopio de material en el transporte y acopio provisional de obra.
- Previo a los comienzos de los trabajos de transporte de materiales se verificará el perfecto estado y funcionamiento del vehículo y grúa que se utilizará para la carga y descarga de material.
- Así mismo se verificará el estado de la carga previo a su carga y posterior descarga.
- El peso de la carga no superará el peso máximo admitido del vehículo. Queda prohibido que sobresalgan las cargas por los laterales y las que sobresalgan por la parte trasera del vehículo serán señalizadas conforme al Código de Circulación.
- No se sobrepasará nunca el peso máximo admitido por la grúa, en función de las características de funcionamiento de la grúa.
- El gruista podrá ser ayudado por un señalista cuando no pueda ver la carga. Deberán permanecer siempre en contacto visual.
- Queda totalmente prohibido permanecer debajo de la carga izada.
- El izado de la carga será siempre vertical, quedando prohibido arrastrar la carga. Se realizará de manera lenta, evitando movimientos bruscos, hasta que la carga quede suspendida.

4.5.4. Medidas preventivas en el acopio

- El acopio de material se realizará lo más próximo a la zona de trabajo.
- El acopio de material se realizará en una zona señalizada, acotada y lejos de zonas de paso. Se tomarán las medidas necesarias para evitar el desplome

de la carga. En el caso de bobinas se procederá a calzarlas evitando de esta manera que rueden.

- La carga y descarga de bobinas se realizará con ayuda de medios auxiliares. Se utilizará una barra metálica de resistencia, acorde al peso de la bobina, que cruzará el hueco central de la bobina. Queda prohibido descargar la bobina directamente al suelo.
- Para el correcto acopio de los apoyos se utilizarán calzos de madera en número suficiente para evitar pandeos de los perfiles utilizados en la construcción de los apoyos.
- En el caso de acopiar paquetes también se dispondrá de maderas en los mismos con un número suficiente en función del número de paquetes a acopiar.

4.5.5. Medidas preventivas en el armado

- Previo al montaje de los apoyos se procederá a clasificar y verificar el material para que, según los planos de contracción e instrucciones del fabricante, no falte ninguna pieza a utilizar.
- Queda prohibido utilizar cualquier material que no forme parte de los planos de construcción. En caso de pérdida o rotura de algunas de las partes se repondrán dichas piezas por otras iguales.
- Previo al armado de los apoyos se verificará el estado del terreno, acondicionando el mismo para que esté lo más horizontal posible. Se utilizarán maderas para apoyar los calzos de la grúa utilizada en el izado del apoyo.

4.5.6. Medidas preventivas en el izado

- Normalmente los apoyos se izarán mediante la utilización de grúa.
- Antes de izar cualquier apoyo se comprobará que la cimentación está bien y ha transcurrido el tiempo necesario para su fraguado correcto según las especificaciones de la obra civil del proyecto.

- Previo al izado de los apoyos se revisará toda la pluma que se utilice, así como todas las partes que la componen en cada izado. Nunca se sobrepasará el peso máximo admitido por la grúa utilizada.
- La grúa se situará en una zona lo más horizontal posible, acondicionando el terreno si fuese necesario. Se desplegarán en su totalidad los estabilizadores de la grúa o camión y se colocarán tablones de madera en la zona donde estén desplegados los estabilizadores.
- Queda totalmente prohibido permanecer debajo de la carga izada. La carga podrá ser guiada con cuerdas auxiliares.
- El izado de la carga será siempre vertical, quedando prohibido arrastrar la carga. Se realizará de manera lenta, evitando movimientos bruscos, hasta que la carga quede suspendida.
- Una vez colocado el apoyo y fijado de manera segura, se desengancharán las eslingas utilizadas. Debido a que son trabajos en altura se utilizará el sistema de línea de vida para la realización de estos trabajos.

4.5.7 Protecciones individuales

- Casco homologado con barbuquejo
- Mascarilla anti polvo
- Filtro para reposición de mascarillas.
- Pantalla facial anti impactos
- Cinturones de sujeción clase A.
- Mono de trabajo
- Traje de agua.
- Chalecos reflectantes.
- Guantes de lona y piel.
- Botas de agua para protección frente al agua y la humedad.
- Botas de seguridad antideslizantes

4.5.8 Protecciones colectivas

- Orden en el tráfico de camiones.
- Desvío de los servicios afectados.
- Vallas de delimitación y protección.

- Señalización general:
 - STOP en la salida.
 - Obligatorio uso de casco.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria y vehículos.
- Limpieza de viales.
- Cintas de balizamiento.
- Topes de desplazamiento de vehículos.
- Orden y limpieza en el entorno.
- Orden y limpieza en viales.
- Barandillas de 0,90 m, listón intermedio y rodapié en el perímetro del vaciado.
- Riegos antipolvo.
- Acceso independiente para personas y vehículos.

4.6. TENDIDO DE CABLES

4.6.1. Procedimiento de trabajo

Comprenderá todos los trabajos y actividades necesarias para el montaje del conductor:

- Montaje cable piloto
- Montaje cable tierra
- Montaje cable conductor
- Tensado
- Regulado
- Engrapado

Para todos los trabajos que se realicen en altura será necesaria la instalación de una línea de vida.

Ningún operario se situará en la vertical de otro trabajo o trabajador, quedando prohibido permanecer en la vertical de la carga o en el radio de acción de la misma.

Así mismo no se podrá efectuar un tendido de un conductor si no se dispone de unos medios de comunicación adecuados a lo largo de la serie entre los responsables

de la bobina, la máquina de tiro y el encargado de la maniobra. Una sola persona será la responsable de dirigir las maniobras.

En caso de tormenta con aparato eléctrico, se suspenderán los trabajos y al reanudarse estos, se descargarán a tierra los conductores. Asimismo, en series de longitudes considerables los conductores también serán puestos a tierra.

4.6.2. Riesgos profesionales

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Golpes contra objetos
- Pisadas sobre objetos
- Cortes, erosiones o golpes contra objetos y / o herramientas
- Proyección de fragmentos y partículas
- Atrapamiento
- Sobreesfuerzos
- Riesgos derivados de los trabajos realizados bajo condiciones meteorológicas adversas (bajas temperaturas, tormentas, fuertes vientos, lluvias, etc.)

4.6.3. Medidas preventivas en la ubicación de maquinaria y materiales

Las zonas de trabajo así como sus accesos se mantendrán limpias y libres de obstáculos. Los materiales y/o restos estarán almacenados en los lugares destinados a tal fin.

Se realizarán trabajos forestales si es necesario limpiar la zona de tendido de los cables.

Se delimitará la zona de trabajo de la máquina y estará debidamente protegida y señalizada, evitando el acceso a la misma de personal no autorizado.

Se colocará un cartel visible de “PROHIBIDA LA UTILIZACIÓN A PERSONAL NO AUTORIZADO”.

4.6.4. Medidas preventivas en el tendido de cable de tierra y conductor

- El primer cable que se tenderá será el de tierra para evitar causar daños a los conductores de fases o provocar apantallamientos.
- Para poder frenar los cables de una manera segura se utilizará un freno adecuado en función del tense que tenga que producirse. La ubicación del freno en el suelo será la idónea para no interferir el paso de vehículos y trabajadores.
- Para no dañar los apoyos se graduará el limitador de carga del cabestrante antes de poner en funcionamiento el sistema de tiro.
- El freno será regulado paulatinamente hasta conseguir su punto ideal de altura.
- Una vez levantado el piloto, con el freno cargado en el cable conductor, se arriará el freno a la vez que se pone en marcha el cabestrante.
- Si se produce un descarrilamiento, la maniobra de engarzar será realizada por dos trabajadores (cabestrante y freno), los cuales siempre estarán en contacto.
- En esta operación queda prohibido pisar o tocar el cable conductor.
- En el tendido de conductores hay que vigilar el anclaje de máquinas cabestrantes, máquina de freno y recuperar el piloto.
- Se controlará la tracción y velocidad, manteniéndolos lo más uniformemente posible, para que no se produzcan oscilaciones, paradas o sacudidas entre las dos máquinas.
- Debe asegurarse que las bobinas ruedan con suavidad, sin golpes, vueltas cruzadas o montadas.
- La serie de los conductores hasta que pase a la posición normal de tense, deberá quedar a una altura prudencial del suelo para que no puedan producir un accidente.
- En todos los apoyos metálicos se deberá proceder a la conexión de la puesta a tierra antes de tender los conductores eléctricos.
- La colocación de puesta a tierra deberá ser mediante una pica clavada o una plancha de hierro o de otro metal, de dimensiones apropiadas y que irán conectada al apoyo por un cable de cobre o de acero. El lugar de elección

debe ser donde exista mayor cantidad de tierra y a ser posible húmeda, realizando en ocasiones, si fuese necesario, una zanja para conseguir un lugar de emplazamiento.

- Es imprescindible que el cabestrante y la máquina de freno estén puestos a tierra con el fin de evitar que por un escape de un cable piloto o caída del conductor de aluminio se produzca un accidente al ponerse en tensión.

4.6.5. Medidas preventivas en el tensado, regulado y engrapado

- La máquina de regulado estará colocada a la suficiente distancia del apoyo para que los trabajos de regulado no produzcan sobrecarga en el apoyo. La distancia entre el apoyo y máquina deberá ser dos veces la altura del apoyo.
- En las operaciones de regulado se tomarán las siguientes medidas:
 - Será obligatorio realizar un atirantado de la cruceta en sentido vertical en cualquier operación en la que se pueda modificar el estado de equilibrio del apoyo y/o crucetas.
 - El personal que se encuentre en lo alto de los apoyos permanecerá en el centro del apoyo, que en todo momento estará sujeto a la línea de vida utilizando el correspondiente arnés.
 - El personal del suelo estará situado alejado de la traza de los cables.
 - Cuando por motivos de dilatación aumente la flecha de los conductores, se comprobará la cadena de aisladores por si dispone de tensores para poder de esta manera regular la flecha de los conductores.
 - Una vez corregido el error en la flecha de los conductores se realizará el amarre en los apoyos.

4.6.6. Medidas preventivas en el amarre aéreo

- Este amarre se realiza cuando se han pasado uno o varios apoyos. Al pasar el amarre, en la punta de la cruceta el tense estará compensado, por tanto solamente será necesario sujetar los cables a un lado y otro del apoyo y así se podrán cortar los cables, bajarlos al suelo para hacer las grapas y volverlos a subir y así poder aflojar la retenida.

- Los trabajadores que se encuentren en el suelo bajo ningún concepto se colocarán en la misma vertical que los trabajadores que se encuentren en altura, sobre todo cuando se bajen o suban los conductores.

4.6.7. Medidas preventivas en los engrapados en apoyos en suspensión.

- Para realizar los trabajos de colocación de grapas, el operario estará posicionado en una escalera suspendida, evitando de esta manera que esté en el propio cable.
- En todo momento los trabajadores estarán sujetos a la línea de seguridad, usen o no escalera.

4.6.8. Equipos de protección individual recomendados

- Casco de seguridad con barbuquejo.
- Botas de seguridad
- Guantes de trabajo
- Cinturón de seguridad con arnés
- Ropa de trabajo para el mal tiempo
- Gafas de protección contra las proyecciones de fragmentos o partículas.

4.6.9. Protecciones colectivas

- Vallas de delimitación y protección.
- Señalización general.
- Limpieza de viales.
- Cintas de balizamiento.
- Orden y limpieza en el entorno.
- Orden y limpieza en viales.

4.7. TRABAJOS EN ALTURA

4.7.1. Procedimiento de trabajo

Una vez montados los apoyos será necesario que un operario ascienda al apoyo para la realización de trabajos para pasar el cable guía para la posterior instalación de la línea eléctrica.

Los trabajos verticales son técnicas que se basan en la utilización de cuerdas, anclajes y aparatos de progresión para acceder, junto con todos los accesorios incorporados a las mismas para la realización de algún tipo de trabajo.

La utilización de las técnicas de trabajo verticales es aconsejable en aquellos trabajos donde el montaje de sistemas tradicionales resulta dificultoso técnicamente o presenta un riesgo mayor que realizarlo con dichas técnicas con independencia de que la duración de muchos de estos trabajos hagan que económicamente no sean rentables.

Los trabajos verticales comprenden las siguientes fases:

- Planificación del trabajo a realizar.
- Puntos de anclaje y de progresión.
- Maniobras de ascenso y descenso hasta el punto de operación.
- Posicionamiento en el punto de operación.
- Ejecución de los trabajos propiamente dichos.
- Descanso después de la realización de los trabajos.
- Recuperación de los sistemas de anclaje (instalación de cabecera) y progresión de instalaciones a no ser que las intervenciones tengan una periodicidad que aconseje que sean permanentes.

4.7.2. Riesgos profesionales

Los principales riesgos asociados a los trabajos verticales son los derivados de las caídas de personas o materiales.

Caídas de personas a distinto nivel

Se deben, fundamentalmente, a efectuar los trabajos sin la debida planificación, utilización inadecuada de los EPI o falta de control suficiente de los mismos, materiales auxiliares deteriorados o mal mantenidos, puntos de anclaje insuficientes o mal distribuidos, falta de formación o formación insuficiente.

Caídas de materiales sobre personas y/o bienes

Es debida a llevar herramientas sueltas o sin el equipo auxiliar de transporte en operaciones de subida o bajada o mientras se realizan los trabajos, o bien a la presencia de personas situadas en las proximidades o bajo la vertical de la zona de trabajo.

4.7.3. Medidas preventivas

Las medidas de prevención y protección para prevenir el riesgo de caída de altura consisten, por un lado, en la idoneidad de los equipos necesarios para realizarlos y por otro, en la aplicación de técnicas específicas para la realización de los mismos.

A continuación se describen los equipos necesarios para la realización de estos trabajos, la protección de la vertical de la zona de trabajo y otras medidas de prevención y protección frente a riesgos específicos.

Equipo de trabajo o de acceso

Es el que sirve para acceder de forma segura al lugar de trabajo, posicionarse y abandonarlo una vez finalizado el trabajo. Consta de un descendedor autobloqueante, bloqueador de ascenso, varios conectores con seguro, una cuerda semiestática de suspensión de longitud variable, un arnés de suspensión y un cabo de anclaje doble.

Cuerdas

El material normalmente utilizado es la fibra de nylon, del tipo poliamida; según el tipo de trenzado existen cuerdas semiestáticas, pensadas para soportar esfuerzos constantes como son el peso de personas y que presentan una elongación entre el 1,5 y el 3 % frente a un esfuerzo puntual y las cuerdas dinámicas que presentan unas buenas prestaciones frente a un impacto ya que su elongación, en estos casos, oscila entre el 5 y el 10 % de la longitud de la cuerda. El coeficiente de seguridad de 10.

Existen, además, unas cuerdas denominadas cordinos y que se caracterizan por tener un diámetro de 8 mm o inferior. Sirven para suspender herramientas o maquinaria, o para asegurar pequeños objetos.

Conectores

Son pequeñas piezas en forma de anillos de metal, con apertura, que se utilizan para la conexión de elementos del equipo vertical. Existen dos tipos principales: los mosquetones y los maillones.

Los mosquetones son anillos de metal con un sistema de apertura de cierre automático en forma de pestaña. Sirven de nexo de unión entre la persona y los materiales o entre los diferentes accesorios. Hay mosquetones sin seguro y con seguro.

Los mosquetones sin seguro están formados por una pieza en forma de C y una pestaña que al presionarla permite su apertura. Pueden abrirse de forma accidental por lo que no deben usarse para trabajos verticales y solo se pueden emplear para maniobras auxiliares como conectar herramientas.

Arneses

Los arneses son dispositivos de prensión del cuerpo destinados a parar las caídas.

El arnés anticaídas puede estar constituido por bandas, elementos de ajuste y de enganche y otros elementos, dispuestos y ajustados de forma adecuada sobre el cuerpo de una persona para sujetarla durante una caída y después de la parada de ésta.

Los arneses deben estar diseñados de forma que no presionen, limitando la circulación sanguínea, sujeten la región lumbar y no ejerzan fuertes presiones sobre el hueso ilíaco.

Cabo de anclaje

Se utiliza un cabo de anclaje doble unido al anclaje de la cintura del arnés.

El cabo de anclaje doble conecta el arnés con los aparatos de ascenso, descenso o directamente a una estructura.

4.7.4. Mantenimiento

Todos los elementos que componen el equipo de protección anticaídas deberán comprobarse y verificarse diariamente por cada operario antes de iniciar los trabajos, debiendo desecharse cualquier equipo o elemento del mismo que presente algún tipo de daño.

4.7.5. Operador

En particular, los operadores de trabajos verticales deben tener una serie de conocimientos específicos consistentes en:

- Técnicas de uso del equipo de acceso para que éste sea seguro, con dos cuerdas (una de suspensión y otra de seguridad) para cada operario.
- Técnicas de instalación que incluyen los elementos de fijación, naturales o instalados.
- Técnicas de progresión una vez instalado el equipo.

Sólo las personas preparadas, formadas específicamente y autorizadas deben efectuar trabajos verticales.

Todos los operarios deberán ser mayores de edad y haber pasado un examen médico que descarte problemas de tipo físico o psicológico.

4.8. TRANSPORTE Y MANEJO DE MATERIALES

4.8.1. Descripción de la actividad

Esta unidad consiste en el transporte, descarga y colocación en obra de piezas de gran volumen y peso. Para su puesta en obra es necesario el uso de una grúa móvil.

4.8.2. Riesgos profesionales

- Golpes a las personas por el transporte en suspensión de grandes piezas.
- Atrapamientos durante maniobras de ubicación.
- Caída de personal al mismo y distinto nivel.
- Desplome de piezas prefabricadas.

- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Aplastamientos de manos o pies al recibir las piezas.

Medidas preventivas

- Se balizará la zona bajo la vertical en la que se esté izando la carga, de forma que ningún trabajador pueda invadir la superficie sobre la cual pueda caer la carga, en caso de descuelgue de ésta.
- La carga será izada del gancho de la grúa mediante el auxilio de balancines.
- La carga en suspensión se guiará mediante cabos sujetos a los laterales de la pieza.
- Una vez presentada la carga en el sitio de instalación se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, al montaje definitivo. Concluido éste, podrá desprenderse del balancín.
- Una vez comprobado que la carga está bien asentada, será necesario poner el medio de elevación en punto muerto y efectuar la parada del mismo, antes de llevar a cabo el desenganche de la carga.
- Se revisará frecuentemente el buen estado de los elementos de elevación (eslingas, balancines, pestillos de seguridad, etc.).
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- Se instalarán señales de "peligro, cargas suspendidas".
- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de cargas.
- Las cargas se descargarán de los camiones y se acopiarán en los lugares señalados.
- Las cargas se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.
- A las cargas en acopio, antes de proceder a su izado para ubicarlos en la obra, se les amarrarán los cabos de guía, para realizar las maniobras sin riesgos.

- Las barandillas de cierre de los forjados y huecos verticales o cualquier otra protección se irán desmontando únicamente en la longitud necesaria para recibir la carga, conservándose intactas en el resto de la fachada.
- Se paralizará la labor de izado de cargas bajo régimen de vientos superiores a 50 Km/h.

4.8.3. Protección individual

- Casco de seguridad.
- Guantes de lona y serraje.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Arnés de seguridad

4.8.4. Protección para soldadores

- Yelmo para soldadura.
- Pantalla de mano para soldadura.
- Gafas para soldador.
- Mandil de cuero.
- Polainas de cuero.
- Manguitos de cuero.
- Guantes de lona y serraje.

4.9. TRABAJOS FORESTALES

Comprenderán todos los trabajos de limpia, tala y poda de arbolado en la proximidad de las líneas eléctricas con el fin de evitar interferencias en los trabajos de instalación de apoyos y tendido de cables.

4.9.1. Riesgos

- Caída de objetos
- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel

- Daños a tercera
- Contactos eléctricos
- Golpes y cortes
- Sobreesfuerzos
- Carga física
- Desprendimiento, desplome y derrumbes
- Caídas a distintito nivel
- Incendios

4.9.2. Medidas preventivas en el talado de árboles

- Si la dirección de caída natural no coincide con la elegida, se forzará ésta mediante cuerdas y se efectuará la "entalla" en tal dirección.
- Ningún operario permanecerá en las proximidades de caída en la trayectoria del árbol, incluso de los árboles próximos a dicha trayectoria.
- No se efectuarán operaciones de tala con vientos fuertes.
- Los árboles deberán ser guiados en su caída cuando puedan producir daños a terceros, propiedades, etc.
- Una vez comenzada la tarea de talado, ésta deberá terminarse totalmente antes de retirarse al terminar la jornada de trabajo.
- Si es necesario derribar un árbol cerca de líneas eléctricas, telefónicas, etc., se deberán cortar las ramas a una altura suficiente para que el árbol caiga sin traspasar la distancia de seguridad.
- Antes de talar es conveniente cortar las ramas que estén demasiado bajas.

4.9.3. Medidas preventivas en la poda

- Una persona dirigirá los trabajos desde el suelo.
- No se situarán varios operarios en un árbol simultáneamente.
- Antes de acceder a cualquier árbol se deberán inspeccionar las ramas, para comprobar si tienen debilidades en su estructura.
- Al ascender/descender del árbol, los operarios no transportarán herramientas en las manos.

- Durante los trabajos que impliquen caída de ramas, no permanecerá ninguna persona debajo de la zona afectada.
- Se respetarán las distancias de seguridad en el caso de cortar ramas en proximidad de líneas eléctricas. Si no fuera posible se procederá al descargo de las mismas.
- Para evitar daños a terceros, interrupción de carreteras, vías, etc., se tendrá especial cuidado en la caída de las ramas. Si es necesario se guiará y controlará su caída mediante cuerdas o medios auxiliares.

4.9.4. Protecciones individuales

- Casco de seguridad
- Gafas de seguridad antiproyecciones
- Pantalla facial
- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable
- Ropa de trabajo
- Guantes de cuero
- Arnés de sujeción

5. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA DE OBRA

Para la realización del presente proyecto de ejecución de obra, se tendrán en cuenta al menos las siguientes unidades constructivas:

- Máquinas para movimiento de tierras
- Camión basculante
- Camión hormigonera
- Bombas de hormigón sobre camión
- Vibrador
- Cables y eslingas
- Dumper
- Pequeñas compactadoras
- Herramientas manuales.
- Bombas sumergibles
- Camión grúa
- Grúa sobre neumáticos autopropulsada
- Maquinaria para trabajos forestales
- Máquina de tendido y freno
- Pilotadora

6. RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LOS MEDIOS AUXILIARES

Para la ejecución de las obras, se prevé que se utilicen al menos los siguientes medios auxiliares:

- Instalación eléctrica provisional de obra
- Andamios en general
- Escaleras de mano
- Pasarelas y rampas
- Barandillas de protección

7. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

7.1. LIMPIEZA DE OFICINAS E INSTALACIONES PROVISIONALES

El personal previsto es de una persona con dedicación de cinco horas a la semana.

7.2. TRABAJOS DE OFICINA

El personal previsto es un administrativo a jornada completa y el jefe de obra, ayudantes y encargado, compartido el trabajo de oficina con el trabajo a pie de obra.

El trabajo de oficina implica el uso continuado de mobiliario y equipos informáticos, así como la exposición a determinadas condiciones ambientales de ruido, temperatura, humedad e iluminación, cuyo correcto diseño tiene una importante influencia sobre la comodidad, eficacia en el trabajo e incluso sobre la salud de los trabajadores.

La masiva incorporación de terminales de ordenador a los puestos de oficina ha hecho aumentar la incidencia de patologías ocupacionales que afectan a una parte importante de la población ocupada en el sector. Determinados problemas como las molestias musculares en la zona de cuello y de espalda, la fatiga y alteraciones visuales o el estrés son los problemas manifestados con mayor frecuencia.

Aunque la gravedad de la mayoría de los problemas que se presentan en las oficinas es bastante menos acusada que en otros tipos de ocupaciones, como la construcción o la industria, es preciso abordar soluciones efectivas, sobre todo teniendo en cuenta que dichos problemas son relativamente fáciles de resolver.

7.3. LABORES DE VIGILANCIA DEL CENTRO DE TRABAJO

El personal previsto es de una persona en la fase final de obra y en horario nocturno. Su trabajo consiste en la realización de rondas por perímetro de la obra avisando a las fuerzas del orden en caso de detectar situaciones irregulares (vehículos sospechosos, personal dentro de la obra fuera de horario, etc.)

7.4. RIESGOS PROFESIONALES

- Caída al mismo nivel
- Caída a distinto nivel
- Cortes por uso de herramientas y máquinas
- Contactos eléctricos
- Contactos con sustancia químicas, solo para el personal de limpieza.
- Sobreesfuerzos
- Estrés

7.5. ORDEN Y LIMPIEZA

El orden y la limpieza en los lugares de trabajo son dos principios fundamentales de la prevención. Por eso, todos los trabajadores y cargos deben implicarse y hacer un esfuerzo en mantener los lugares de trabajo, limpios y ordenados.

La importancia del orden y la limpieza se debe a los siguientes puntos:

- Se evitan peligros (tropiezos, resbalones, caídas de materiales, etc.).
- Se ahorra tiempo de trabajo porque se encuentran las cosas antes.
- Con el orden se gana espacio.
- El trabajo en lugar limpio y ordenado es más agradable para todos.

7.6. CAÍDAS AL MISMO NIVEL

La actividad en oficinas está sometida a una serie de riesgos inherentes a la propia actividad y a la forma realizada (carga de trabajo, horarios, etc.).

Las medidas preventivas para evitar las caídas al mismo nivel son:

- Buen almacenamiento y mantener los suelos limpios y sin obstáculos
- No correr en el lugar de trabajo
- Mantener una adecuada iluminación en las vías de paso
- Los suelos y paredes han de ser de materiales que no den lugar a huecos y grietas.
- Tener un sitio adecuado donde se puedan ir poniendo los restos, desperdicios, etc.

7.7. CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL

Es posible que se den caídas a distinto nivel y, para evitarlas en la medida de lo posible, es muy importante:

- Mantener un adecuado orden y limpieza en las escaleras y zonas de paso.
- Mantenerlas secas y limpias.
- Colocar barandillas en las zonas de paso.
- Buena señalización y adecuada iluminación en las zonas de escaleras.

7.8. CORTES

Por el uso continuado de elementos cortantes y punzantes y maquinaria (máquinas de escribir, ordenadores, calculadoras, multcopistas, destructoras de documentos, guillotinas, etc.), el trabajador está expuesto a cortes y atrapamientos. Para minimizar estos riesgos, se debe cumplir lo siguiente:

- El uso de maquinaria segura
- Un correcto orden y limpieza de la maquinaria.
- Una vez finalizada la jornada o el trabajo con una determinada máquina, colocarla en su correcto lugar. Ahorra tiempo y evita pinchazos y cortes por su mala colocación.
- Usar la maquinaria y los utensilios para la tarea para la cual han sido diseñados.
- Utilizar las máquinas siempre con sus protecciones puestas.
- Conservar las máquinas en buenas condiciones para evitar su deformación o deterioro.

7.9. CONTACTOS ELÉCTRICOS

Para minimizar los riesgos por contacto eléctrico se deben cumplir las siguientes medidas preventivas:

- Mantener los equipos en perfecto estado (mantenimiento periódico).
- Antes de usarlos es aconsejable revisar que los cables, enchufes, etc. están en perfecto estado.

- La toma de tierra y los interruptores son medidas de protección muy importantes y es necesario revisarlas periódicamente.
- Evitar el uso de ladrones, ya que producen sobrecargas.
- Las instalaciones eléctricas (cuadros eléctricos, cableados, etc.), han de estar aislados y cerrados para evitar manipulación por personas que no están capacitadas para ello.

7.10. CONTACTO CON SUSTANCIAS QUÍMICAS EN EL PERSONAL DE LIMPIEZA

En las operaciones de limpieza de este tipo de establecimientos se usan sustancias cáusticas como lejía, amoníaco, agua fuerte y otras que son tóxicas y peligrosas para el trabajador, por ello se debe:

- Intentar sustituir dichas sustancias por otras con las mismas propiedades pero que sean menos peligrosas.
- Conocer las propiedades y peligros que entraña el uso de dichas sustancias.
- Exigir al fabricante la ficha de seguridad de cada producto. En éstas, además, se indica la forma de actuar ante una emergencia.
- Los productos que sean inflamables han de colocarse en sitios adecuados que estén correctamente ventilados y alejados de fuentes de calor.

7.11. SOBRESFUERZOS

Los trabajadores de oficinas suelen tener problemas de dolor lumbar debido a:

- Manejo de cargas (cajas, útiles de trabajo, etc.).
- Las posturas a las que están sometidos la mayor parte de su jornada (de pie, sentados, etc.).
- Movimientos muy repetitivos.
- El espacio de movimiento suele ser estrecho.
- Para reducir sobresfuerzos se deben tomar las siguientes medidas preventivas:
- Es necesario disminuir el peso de las cargas (respetar las cargas máximas según sexo y edad).

- Adecuar el mobiliario en altura a los trabajadores que vayan a estar en estos puestos, a fin de evitar posturas forzadas que conduzcan a lesiones dorso, lumbares.
- Una buena organización que permita que el trabajador pueda cambiar de postura y descansar durante el trabajo

7.12. ESTRÉS

La buena organización del trabajo y la adecuada motivación del trabajador es importante para un adecuado funcionamiento y evitar situaciones de estrés.

Para reducir el estrés se deben tomar las siguientes medidas preventivas:

- Es necesario distribuir las tareas claramente
- Planificar el trabajo de cada operario durante su jornada.
- En el caso de turnos con una mayor carga de trabajo, es aconsejable reforzar estos turnos.
- Prever situaciones de trabajo extras.
- Pausas de los trabajadores.
- No prologar excesivamente la jornada habitual de trabajo.
- Motivación del personal.
- Responsabilizar a la gente de su trabajo e informarles sobre la calidad del mismo.
- Impedir que se cree un clima de competitividad entre los trabajadores, y así evitar enfrentamientos entre ellos y mal ambiente de trabajo.

7.13. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

En relación a la forma de actuar correctamente al realizar estos movimientos, a continuación se describe cómo deben ser estos:

Muchos esguinces, dislocaciones y distensiones, entre otras lesiones, se producen al levantar o bajar cargas objetos manualmente, por lo que la manipulación de materiales ocasiona, aproximadamente, un cuarto de todas las lesiones ocupacionales que no se producen solamente en el almacén, sino también en cualquier instante de las operaciones.

La prevención de los accidentes de transporte manual o de manipulación no debe ir solamente enfocada al trabajo efectuado por la manutención. Ésta debe dirigirse a mejorar las técnicas simples de “levantar-llevar”, pero también debe incluir todo lo que ponga en cuestión el comportamiento físico del individuo cualquiera que sea el puesto de trabajo.

Se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

- No realizar esfuerzos excesivos.
- No llevar una carga demasiado grande que no permita ver sobre esta o hacia los costados.
- Examinar la carga para asegurarse de que no tiene bordes cortantes, clavos salientes o puntos de atrapamiento.

Un vez que se haya decidido levantar algo, se debe recordar esta regla: levantar con las piernas, no con la espalda. Emplear el método siguiente:

- Apartar las piernas colocando un pie delante de otro.
- Agarrar firmemente la carga con toda la mano y no solamente con los dedos.
- Para tener más fuerza, mantener los codos cerca del cuerpo.
- Apoyar el peso directamente sobre los pies y acercar la carga.

8. RIESGOS Y PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS

- Derivados de la intromisión descontrolada de personas en la obra, durante las horas de trabajo o descanso.
- Atropellos por vehículos al entrar o salir de la obra.
- Choques en los enlaces con carreteras o caminos existentes.
- Caída de objetos sobre personas.
- Caída de personas al mismo y diferente nivel.

8.1. MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se procederá al cerramiento perimetral de la obra, de manera que se impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma. En todos aquellos casos en los que por trabajos puntuales sea necesario invadir la calzada, se señalizará la zona.
- La altura de la protección perimetral no será inferior a 2 metros.
- Se prevé colocación de señales de seguridad en lugares acorde al riesgo específico.
- Se establecerán accesos cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria. Se separaran los accesos de vehículos y maquinaria.
- Si no es posible lo anterior, se separara por medio de barandilla la calzada de circulación de vehículos y la de personal, señalizándose debidamente.
- Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.
- Antes de comenzar los trabajos se deberán conocer los servicios públicos que puedan resultar afectados, tales como agua, gas, electricidad, saneamiento, etc. Por otra parte, existirán riesgos derivados de la salida de vehículos, llegando incluso a colocar un semáforo para una mejor salida de vehículos.
- Una vez conocidos los servicios públicos que se encuentren involucrados, hay que ponerse en contacto con los departamentos a que pertenecen y cuando sea posible, se desviarán las conducciones afectadas.

8.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

- Desvío de las líneas que interfieren con la obra.
- Señalización de la existencia del riesgo.
- Vallado del solar.
- Señalización de los accesos naturales a la obra, prohibiéndose el paso de toda persona ajena a la misma.
- Se señalizarán de acuerdo con la normativa vigente los enlaces con carreteras y caminos, tomándose las adecuadas medidas de seguridad.
- Instalación de malla tupida que evite la caída de pequeñas partículas a la calle.
- Instalación de vallas de limitación y protección, cintas de balizamiento, etc.

9. PRESUPUESTO

<i>Designación</i>	<i>Importe</i>
CAPÍTULO I Protecciones individuales	2.848,76 €
CAPÍTULO II Protecciones colectivas	989,97 €
CAPÍTULO III Medicina Preventiva y Primeros Auxilios	188,41 €
CAPÍTULO IV Servicios de Prevención de la Obra	3.497,07 €
TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	7.524,21.- €

El presupuesto de seguridad y salud asciende a la cantidad de: **SIETE MIL QUINIENTOS VEINTICUATRO EUROS Y VEINTIÚN CENTIMOS.**

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

DOCUMENTO Nº2:

PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO N°1: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

PLANO N°2: SITUACIÓN APOYOS

PLANO N°3: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA

PLANO N°4: TORRE TIPO "G" APOYOS: 26, 31, 156 y 160

PLANO N°5: TORRE TIPO "D" APOYO: 151

PLANO N°6: DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +5M (AP N°26)

PLANO N°7: DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +3M (AP N°31)

PLANO N°8: DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +2M (AP N°151)

PLANO N°9: DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +2M (AP N°156)

PLANO N°10: DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +2M (AP N°160)

PLANO N°11: DETALLE CIMENTACIÓN APOYOS 26, 156 Y 160

PLANO N°12: DETALLE CIMENTACIÓN APOYO 31

PLANO N°13: DETALLE CIMENTACIÓN APOYO 151



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación	PROYECTO: RECERCIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº: 01	HOUA: 00
	PLANO: SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO		ORIGINAL: A3	ESCALA: S/E
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		FECHA: OCT 2018	



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: SITUACIÓN APOYOS

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA



Nº 02 HOJA: 1 de 2

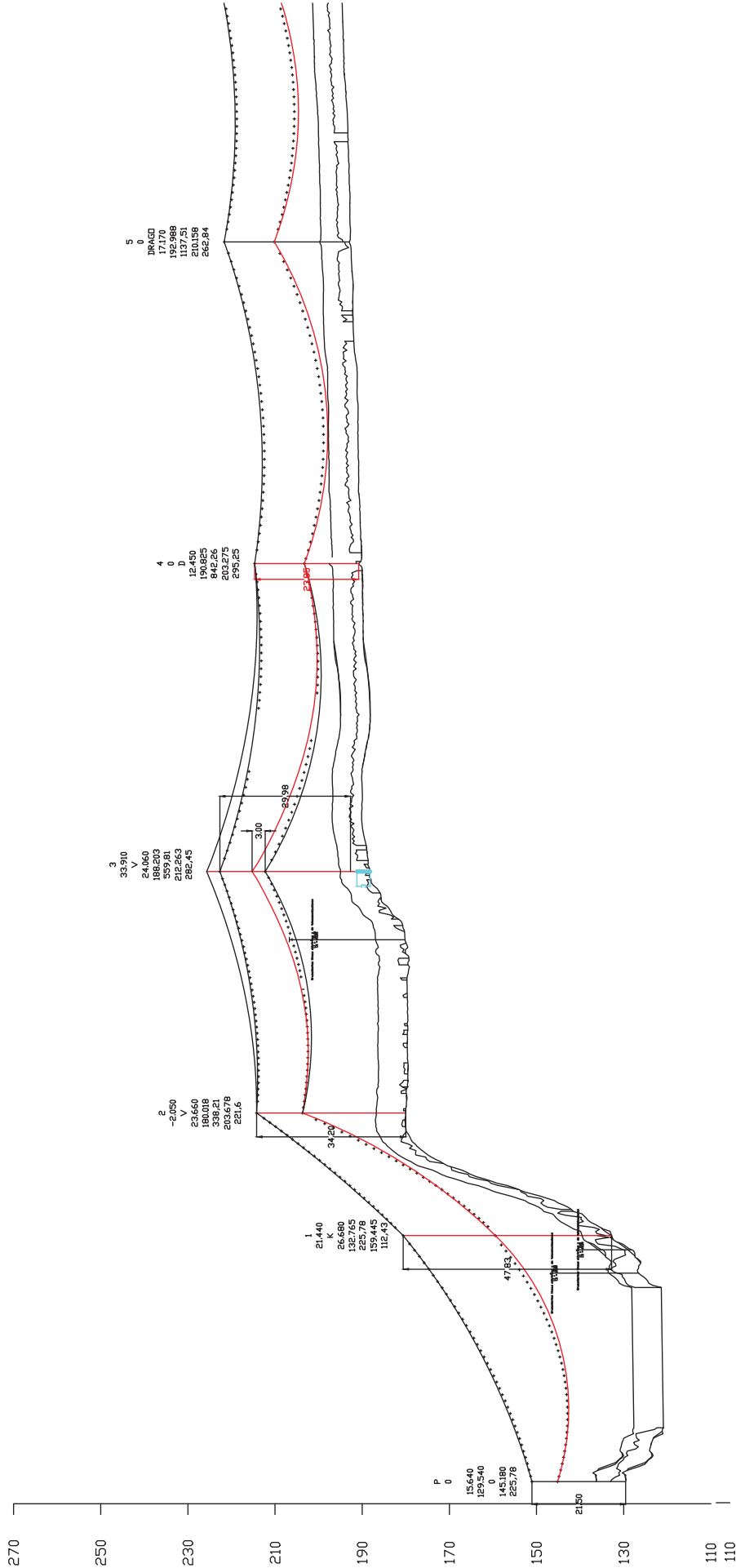
ORIGINAL: A4

ESCALA: S/E

FECHA: OCT 2018



<div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div> <div>E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación</div> <div></div>	PROYECTO:	RECERIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)	Nº 02	HOJA: 2 de 2
	PLANO:	SITUACIÓN APOYOS	ORIGINAL:	A4
	AUTOR:	JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ	ESCALA:	S/E
	REVISADO:	JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA	FECHA:	OCT 2018



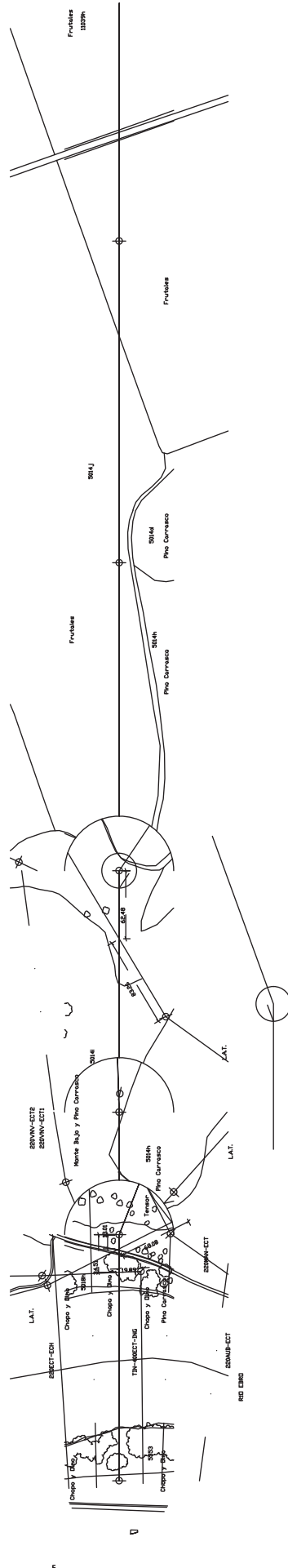
Término Municipal de Sástago

01-09-2013

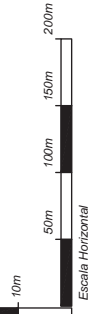
01-09-2013

01-09-2013

01-09-2013



Escala Vertical



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación

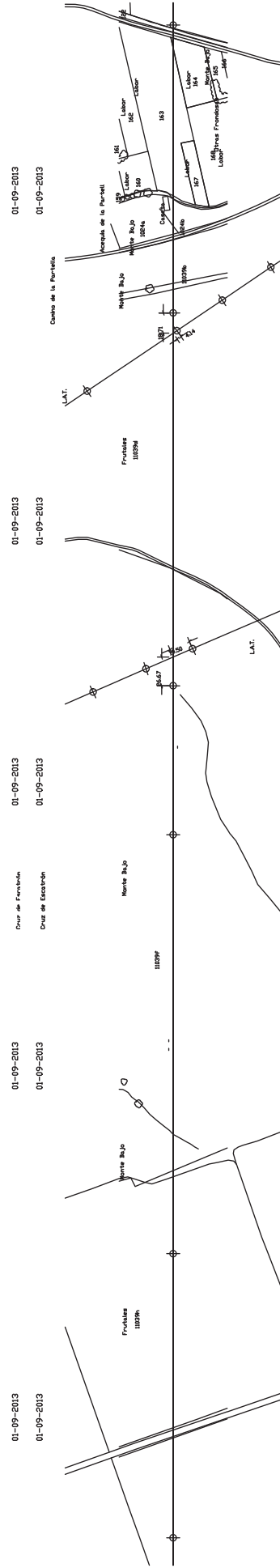
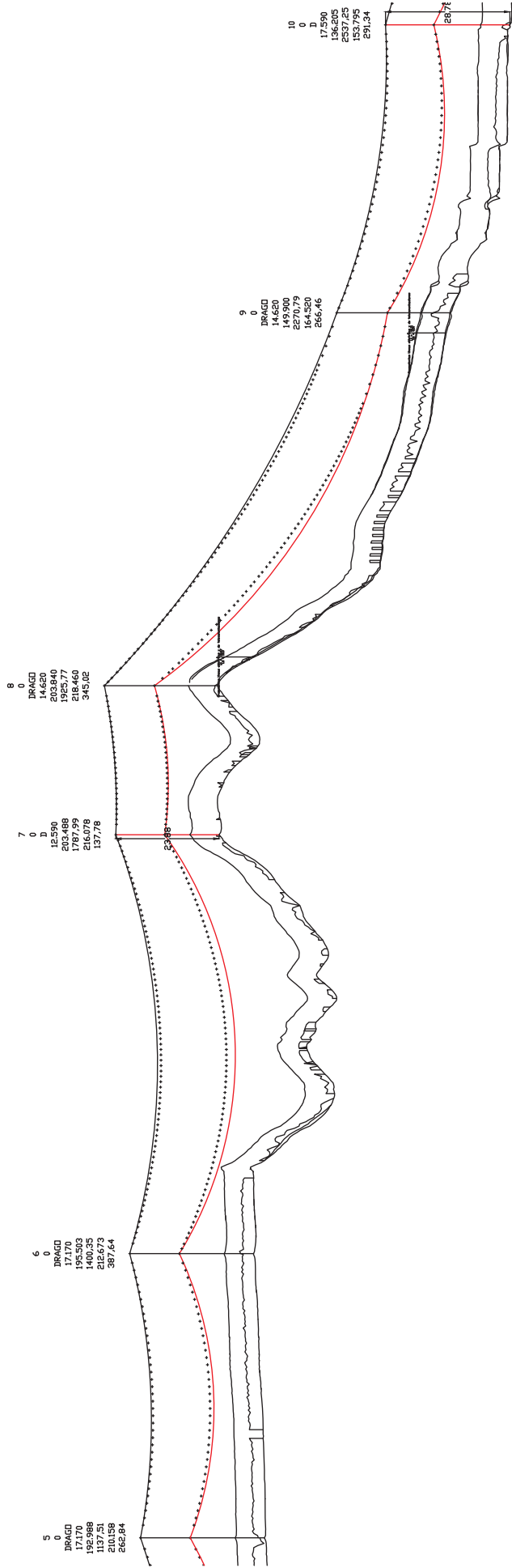


PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

Nº: 03 HOJA: 01 de 33
ORIGINAL: A3
ESCALA: V = 1:1000
H = 1:4000
FECHA: OCT 2018



Escala Vertical

20m
10m

Escala Horizontal

50m 100m 150m 200m

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicacion

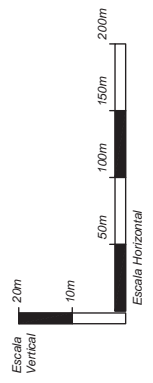
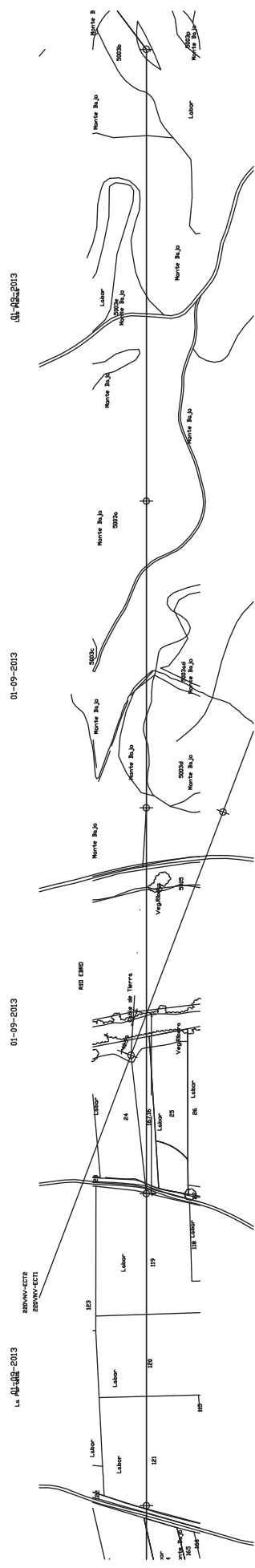
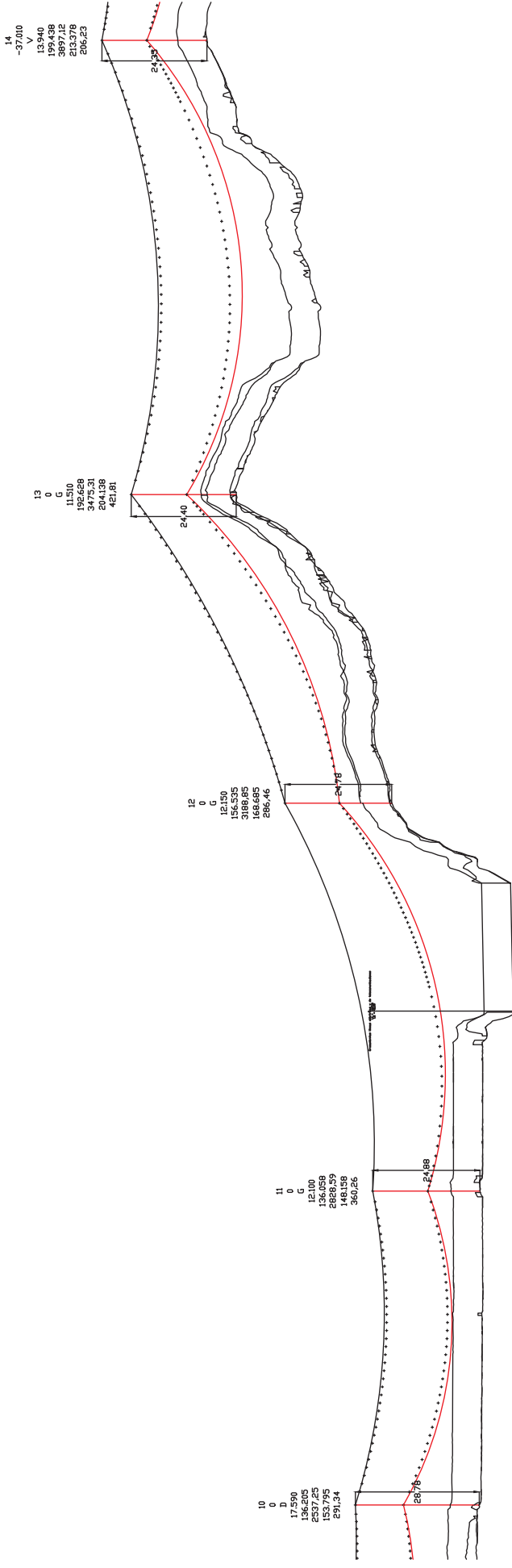


PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

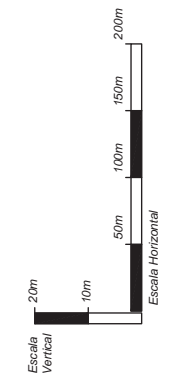
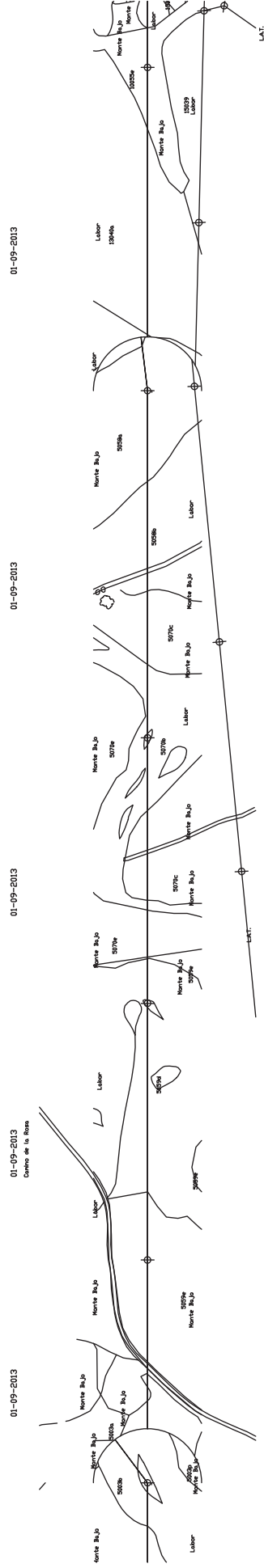
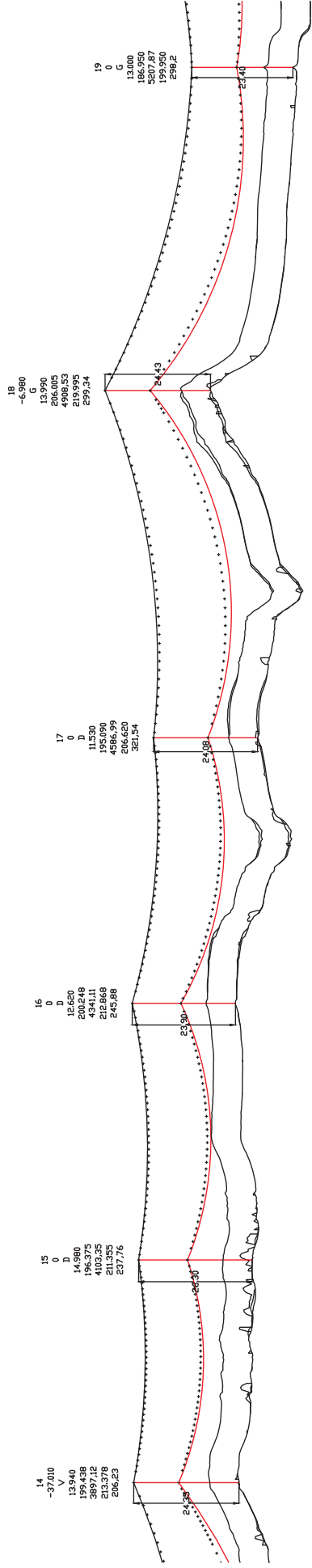
PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

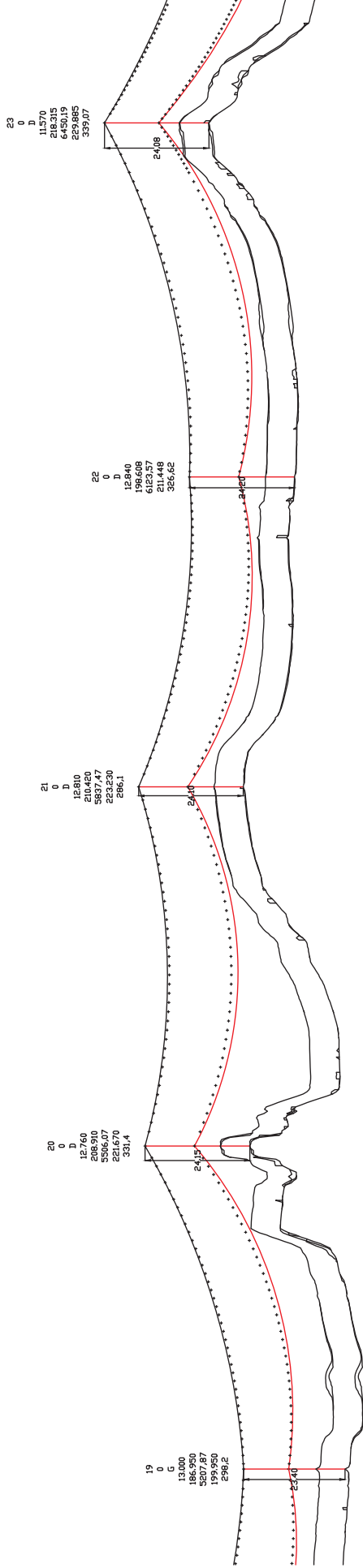
Nº: 03 HOJA: 02 de 33
ORIGINAL: A3
ESCALA: V = 1:1000
H = 1:4000
FECHA: OCT 2018



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicacion	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº. 03 HOJA: 03 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000 FECHA: OCT 2018
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA			



	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación		PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº. 03	HOJA: 04 de 33
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3	ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000
	REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA		FECHA: OCT 2018			

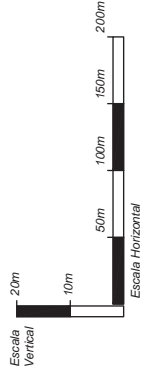
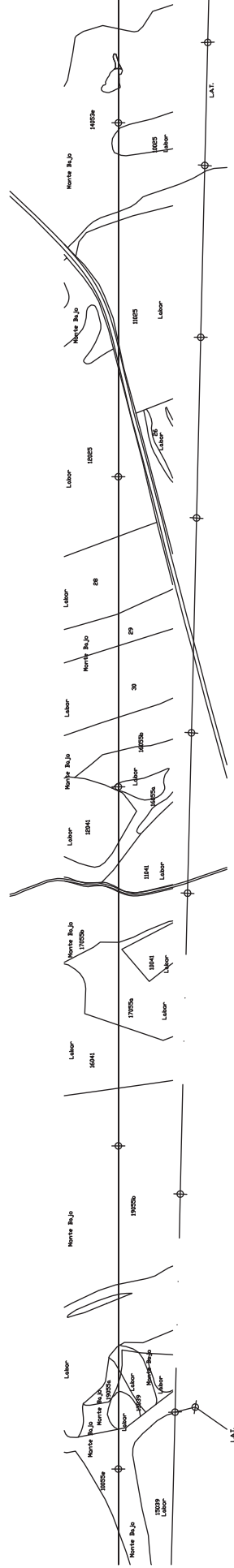


01-09-2013

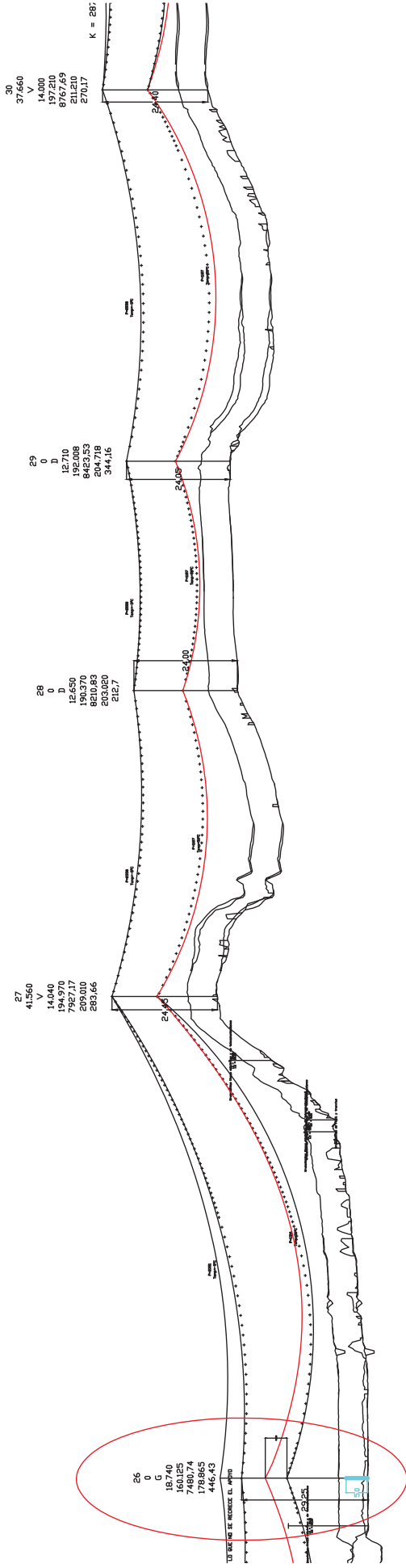
01-09-2013

01-09-2013

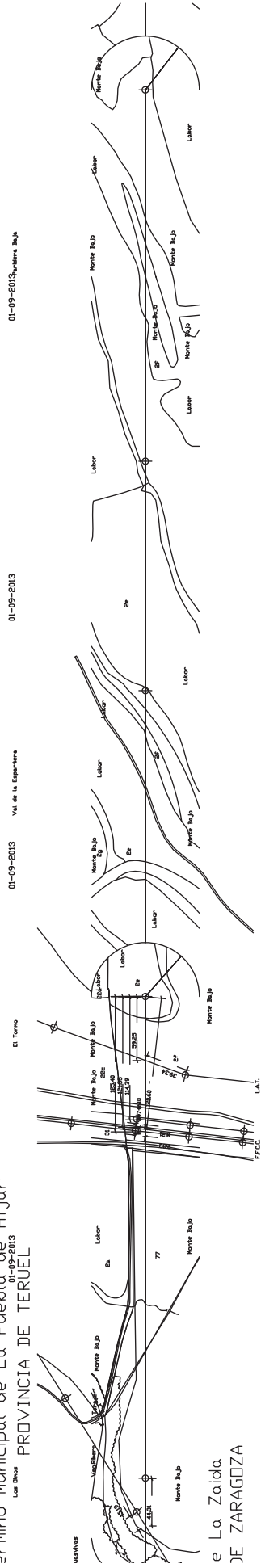
01-09-2013



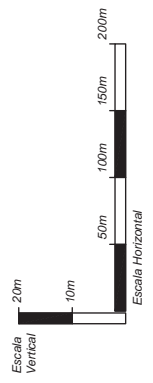
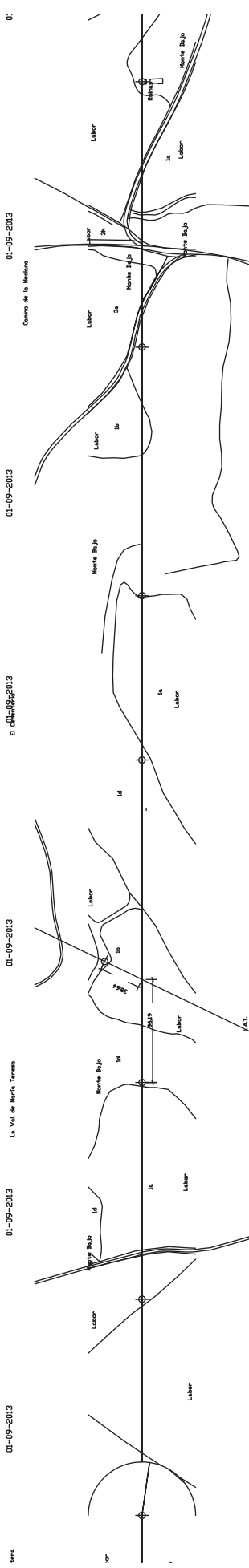
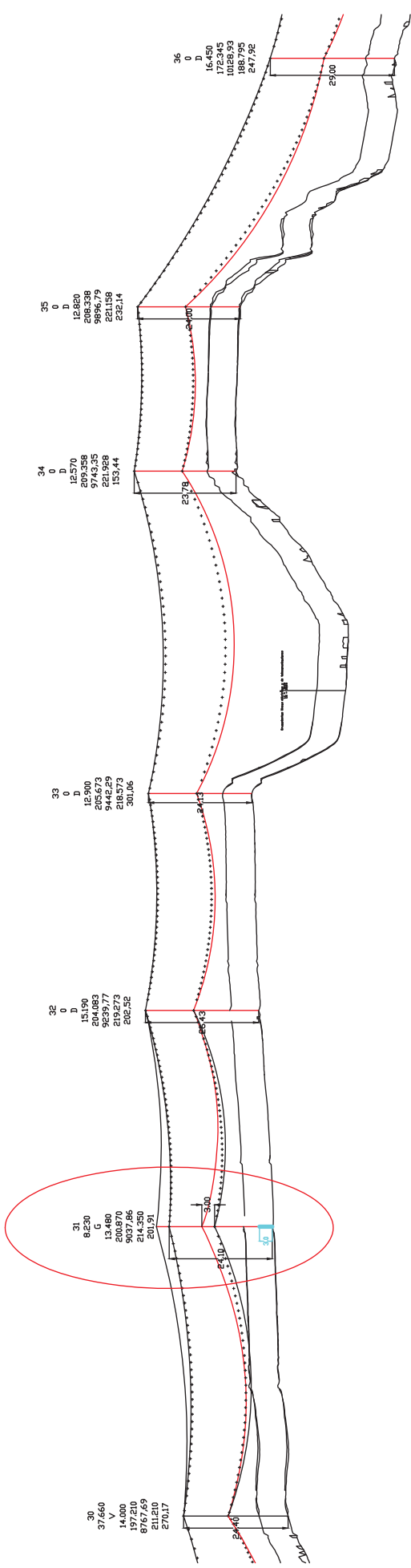
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicacion	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº: 03 HOJA: 05 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000 FECHA: OCT 2018
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA			




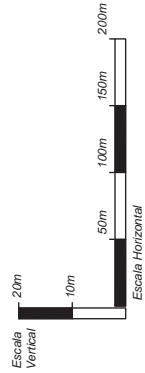
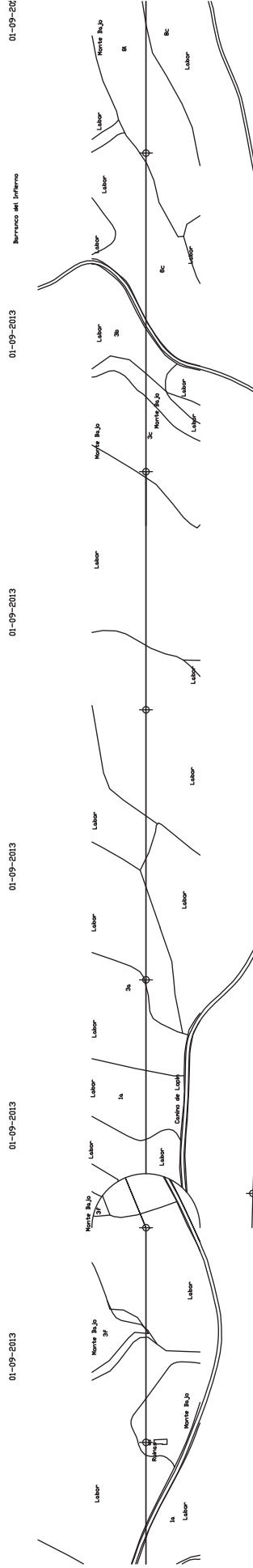
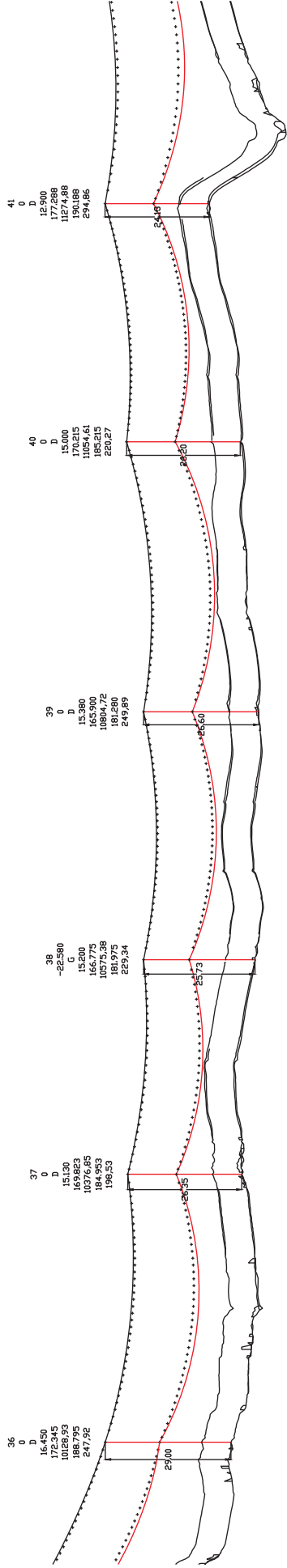
límite Municipal de La Puebla de Híjar
01-09-2013
PROVINCIA DE TERUEL



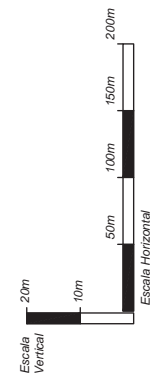
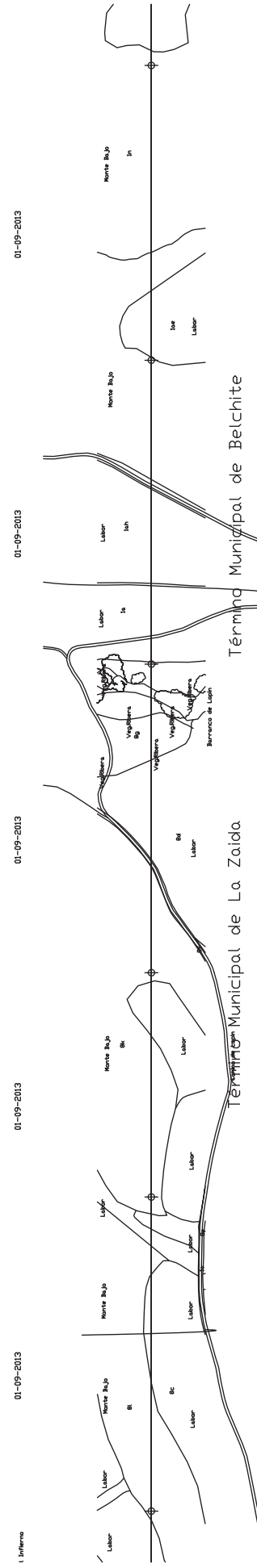
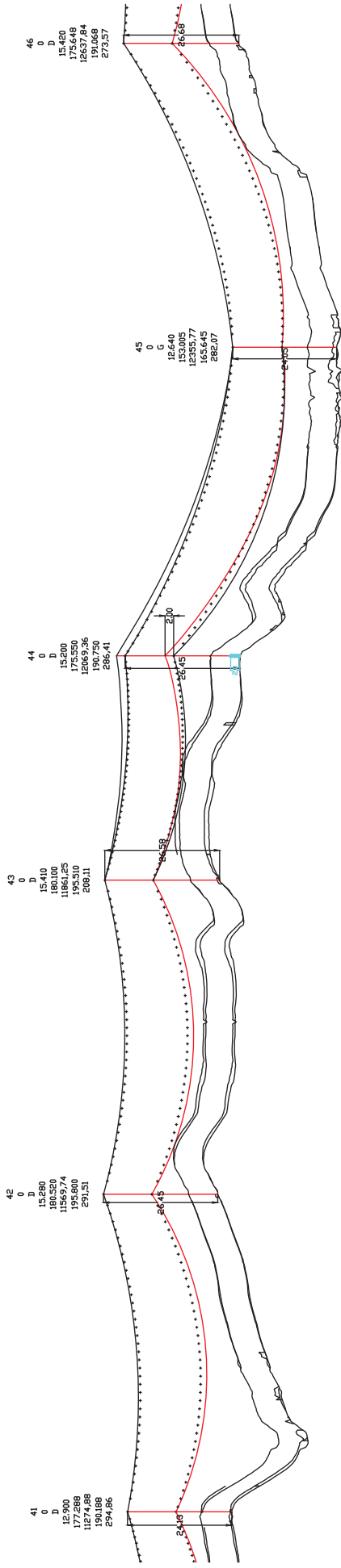
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº: 03 HOJA: 07 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000
	REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA		FECHA: OCT 2018



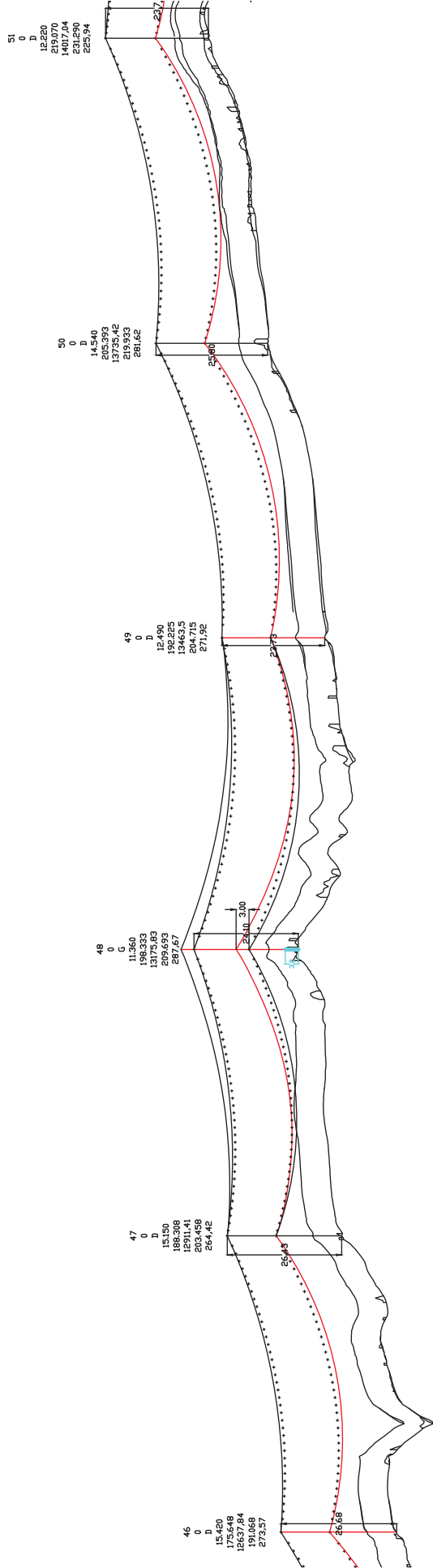
	UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación		PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº. 03	HOJA: 08 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ORIGINAL:	A3
	REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000		FECHA: OCT 2018	



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicacion	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº: 03	HOJA: 09 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3	ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		FECHA: OCT 2018	
		REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA		



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº: 03 HOJA: 10 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000
	REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA		FECHA: OCT 2018



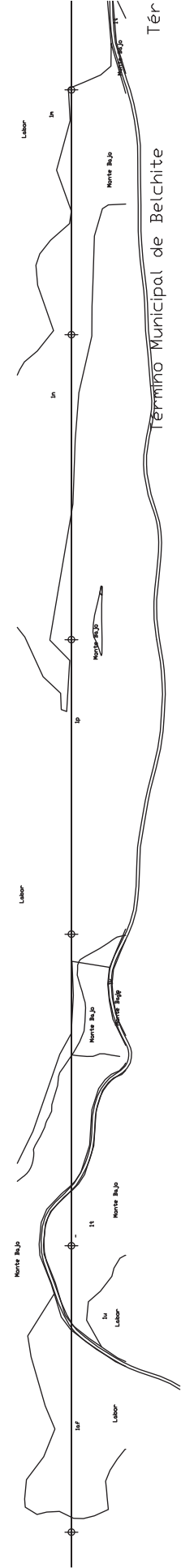
01-09-2013

01-09-2013

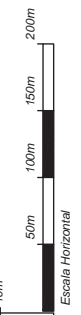
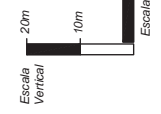
01-09-2013

01-09-2013

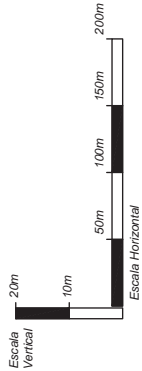
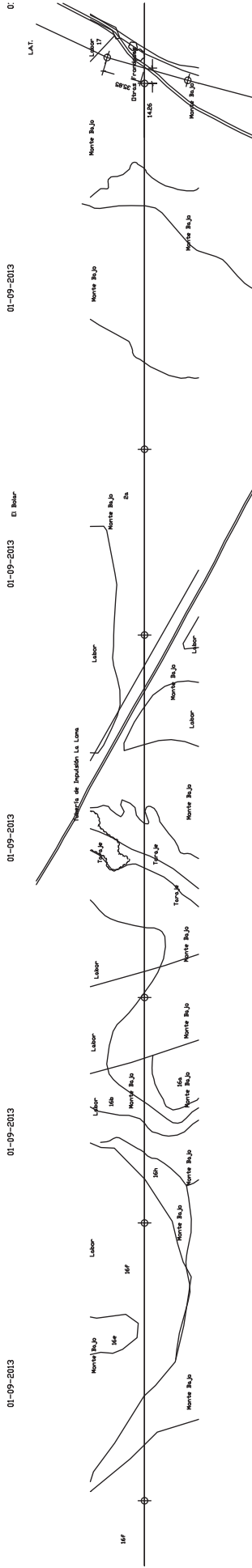
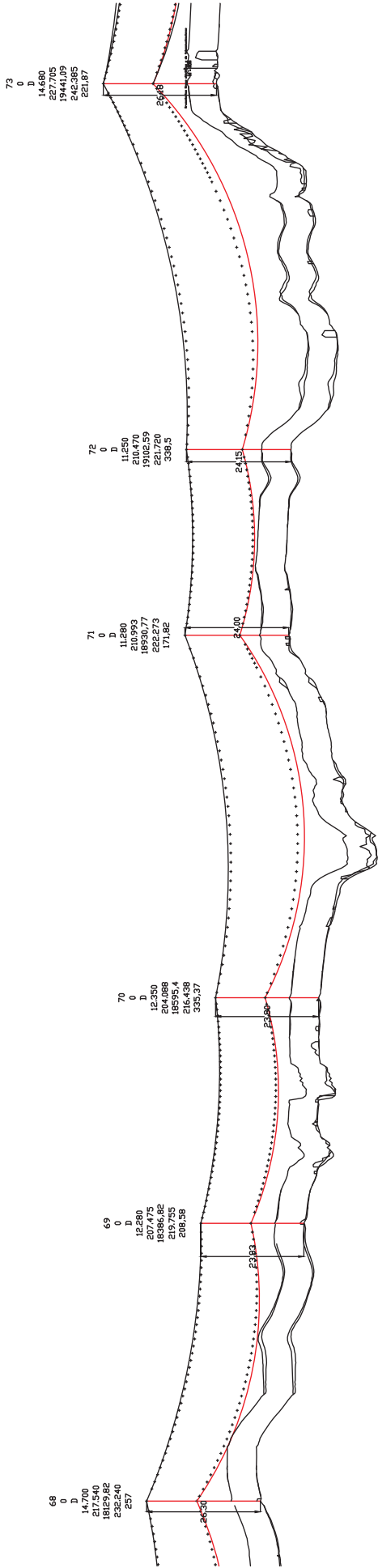
01-09-2013



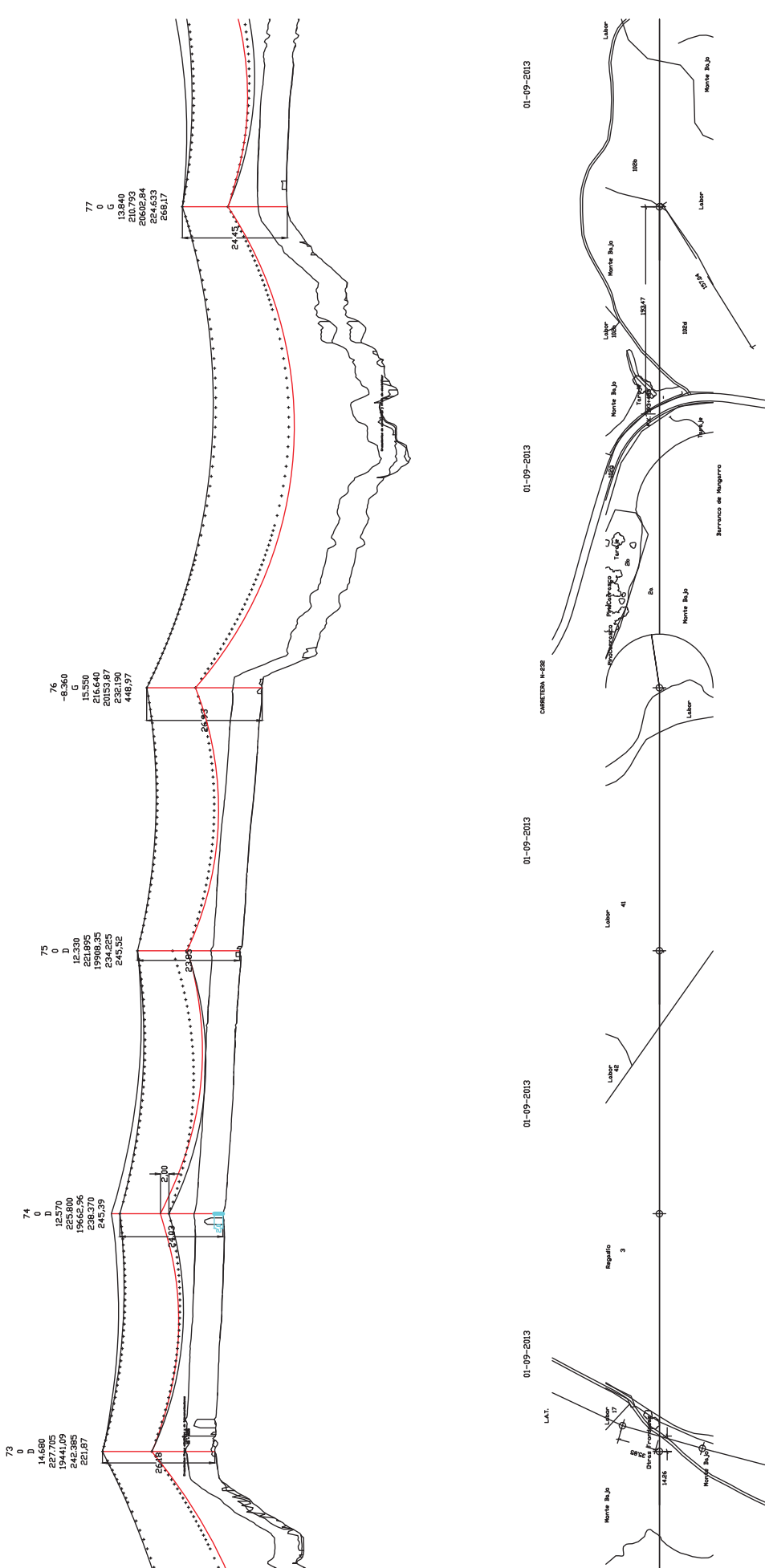
Término Municipal de Belchite



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº: 03	HOJA: 11 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL:	A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ	REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA	ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000	FECHA: OCT 2018





UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº. 03	HOJA: 15 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL:	A3
AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000
				FECHA: OCT 2018



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

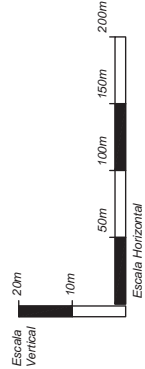
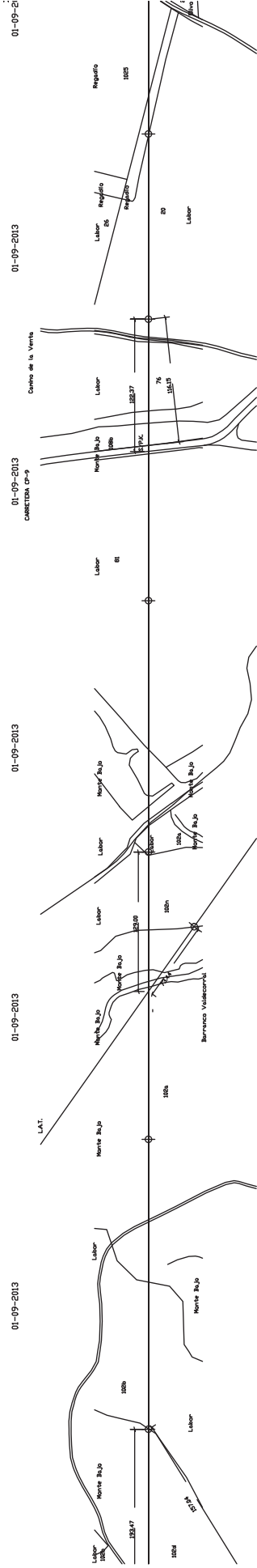
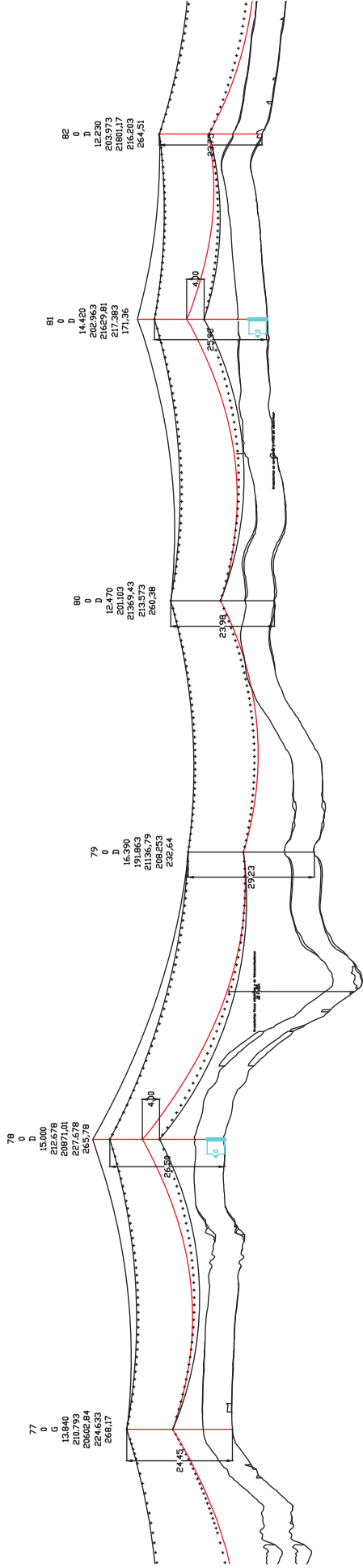
Nº. 03

HOJA: 16 de 33

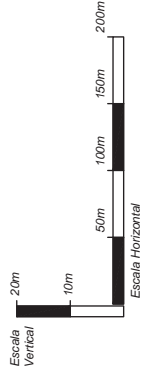
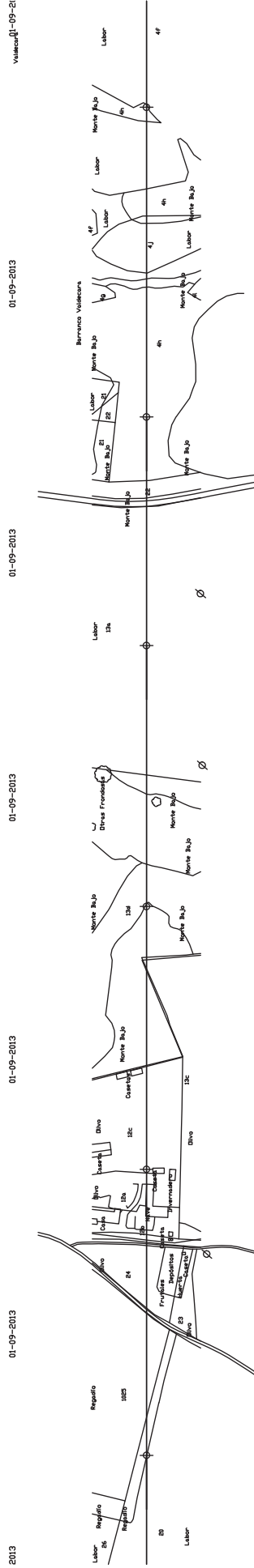
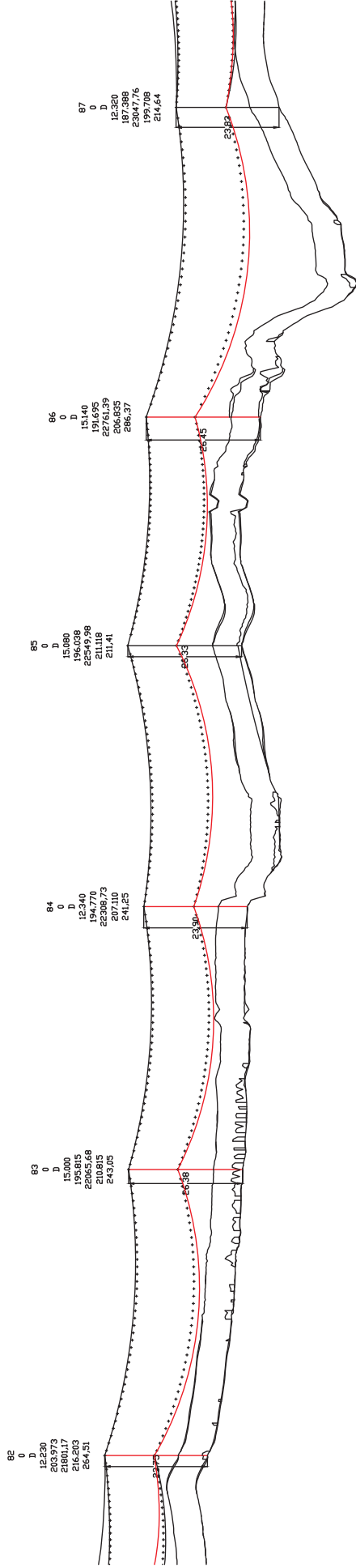
ORIGINAL: A3

ESCALA: V = 1:1000
H = 1:4000

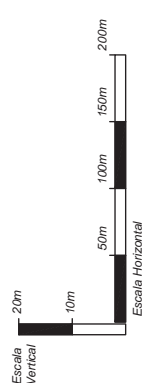
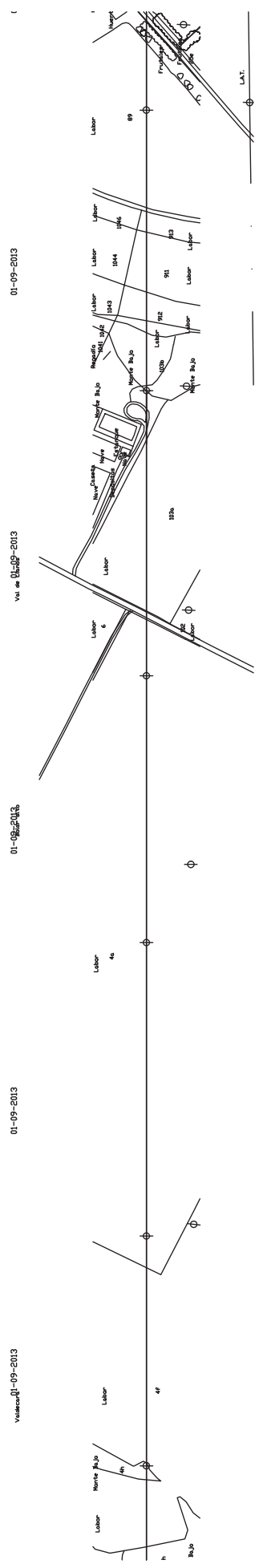
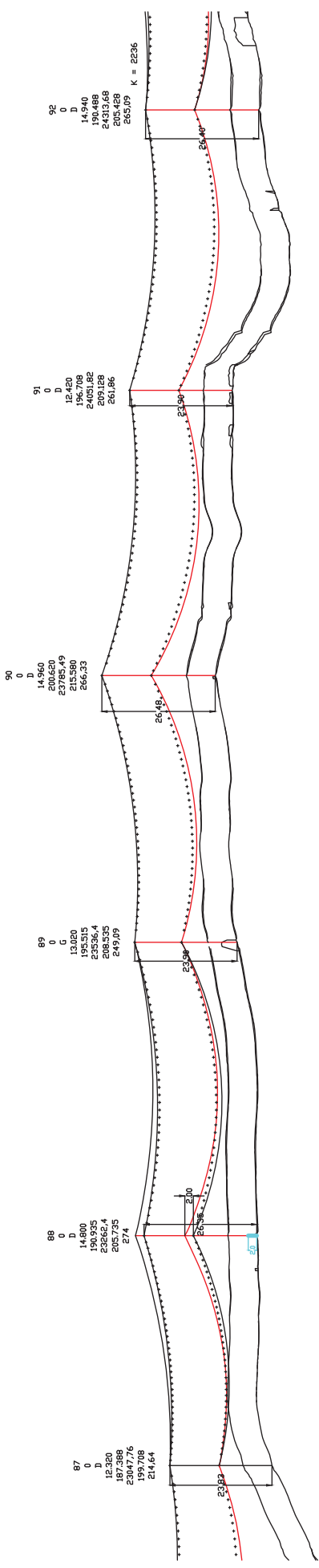
FECHA: OCT 2018



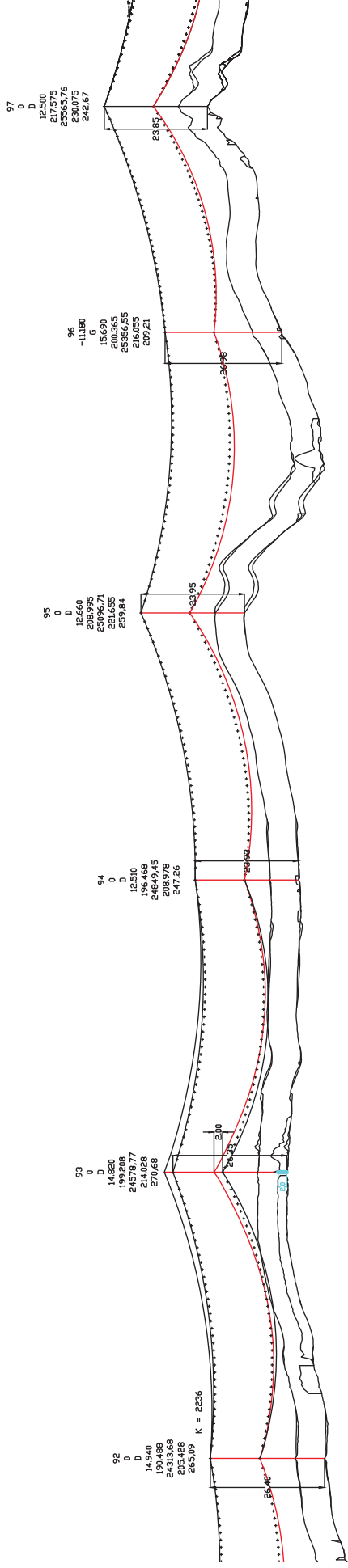
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicacion	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº. 03 HOJA: 17 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000 FECHA: OCT 2018
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA			

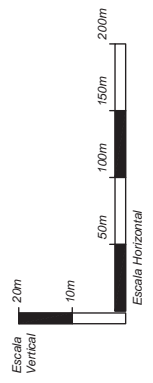
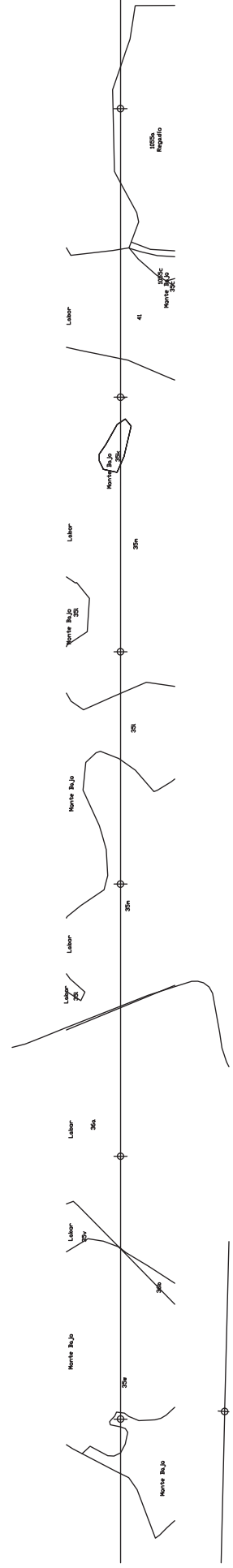
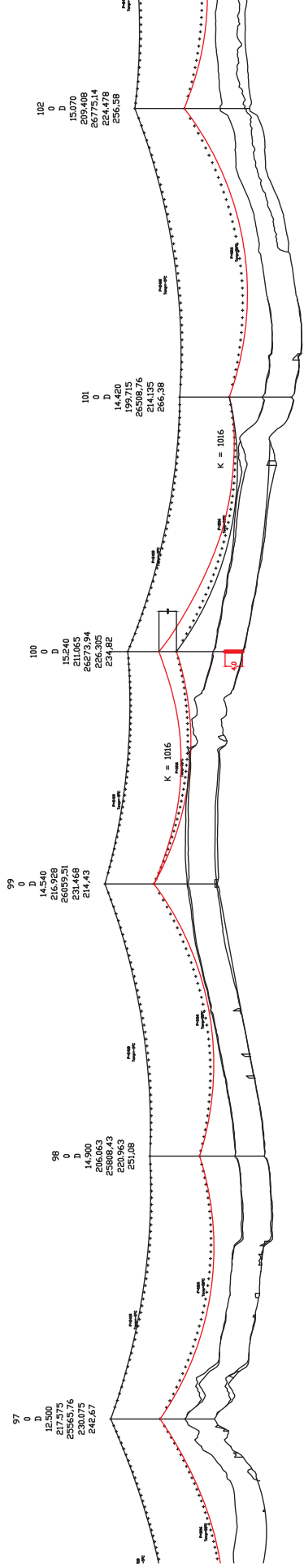


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicacion	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº. 03	HOJA: 18 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL:	A3
AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000
				FECHA: OCT 2018

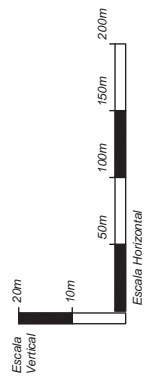
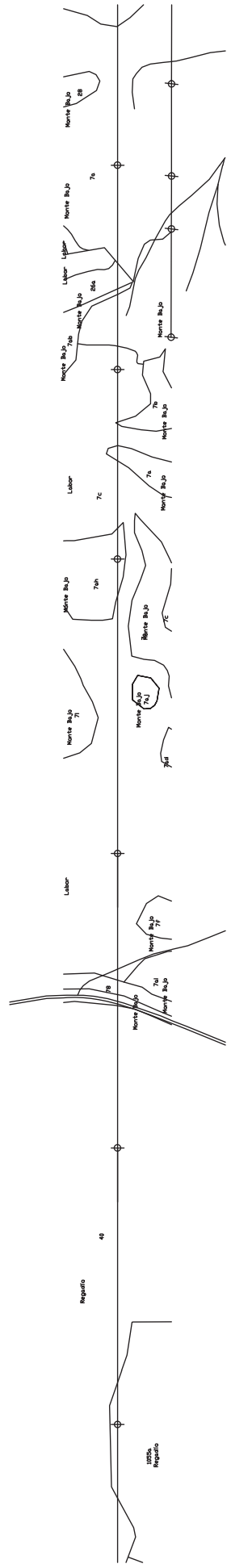
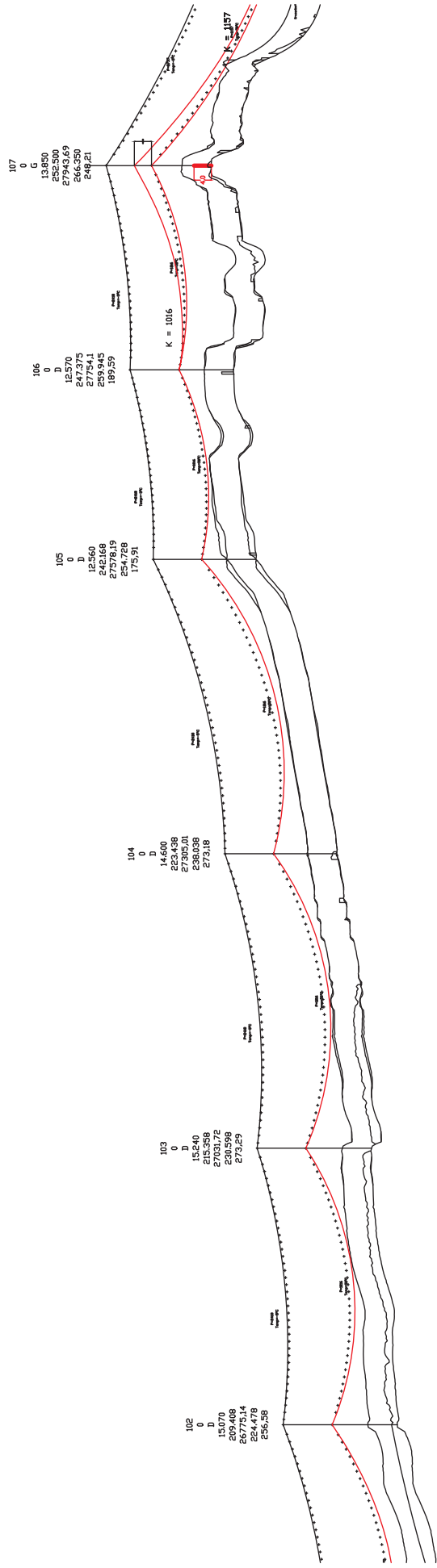


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº. 03 HOJA: 19 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ HERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000 FECHA: OCT 2018
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA			

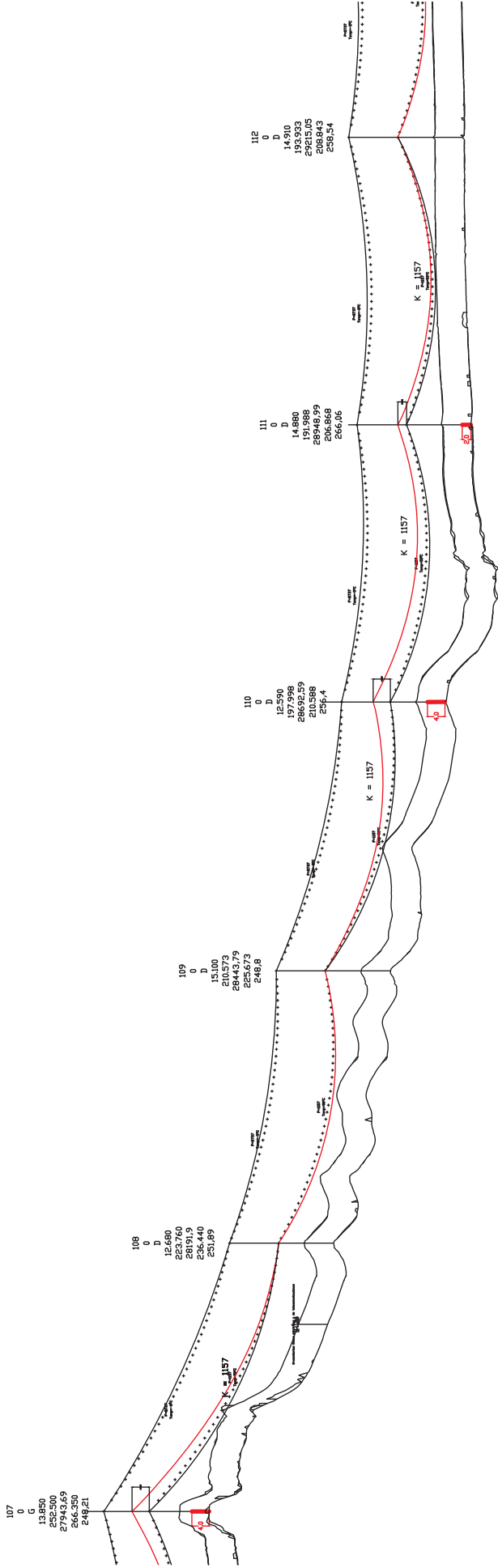


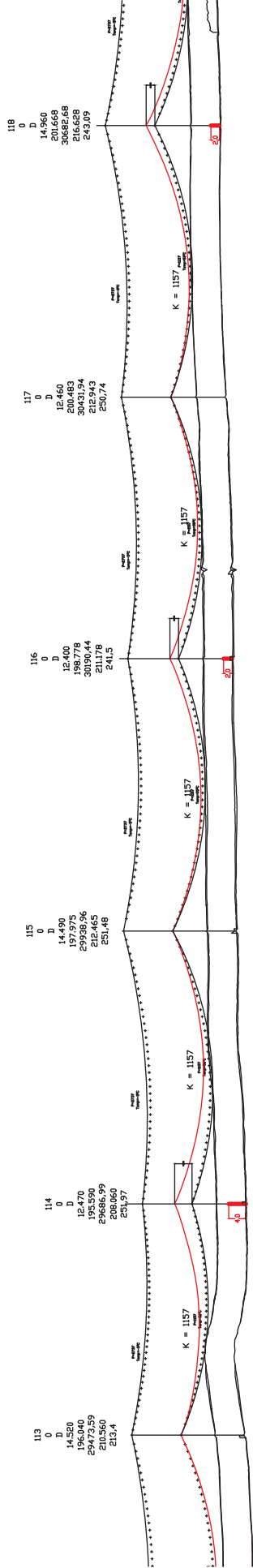


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº: 03	HOJA: 21 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL:	A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000	FECHA: OCT 2018
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA				

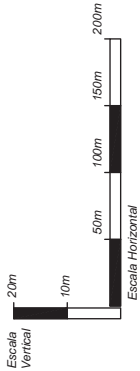
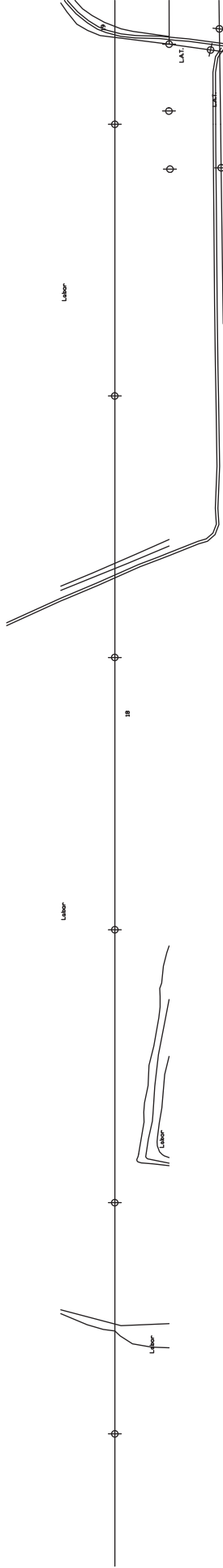


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicacion	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº: 03	HOJA: 22 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL:	A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000	FECHA: OCT 2018
		REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA		

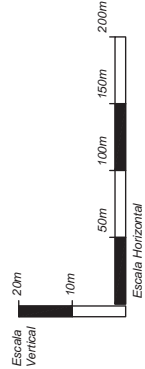
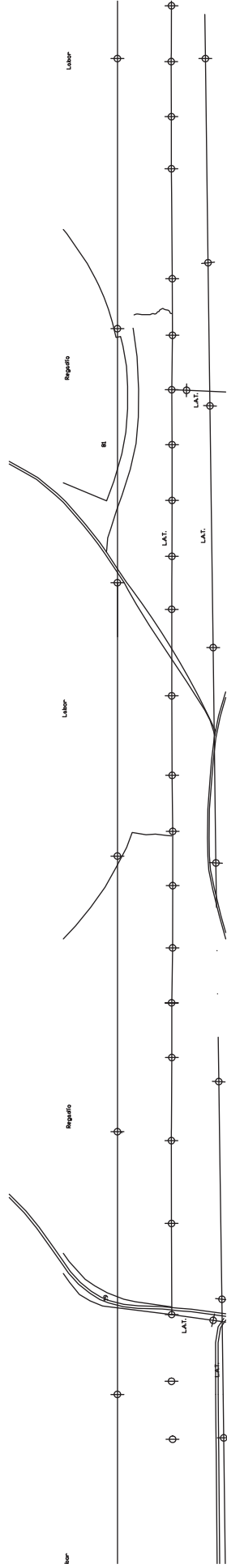
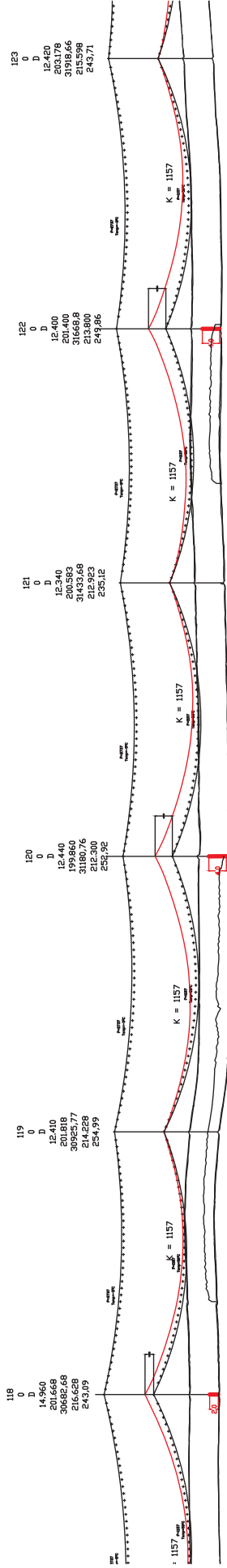




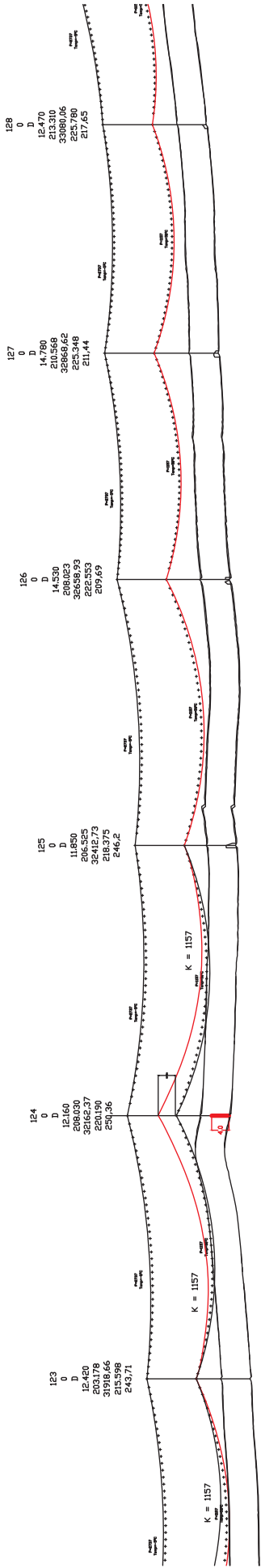
Cabezo de la Foveaga



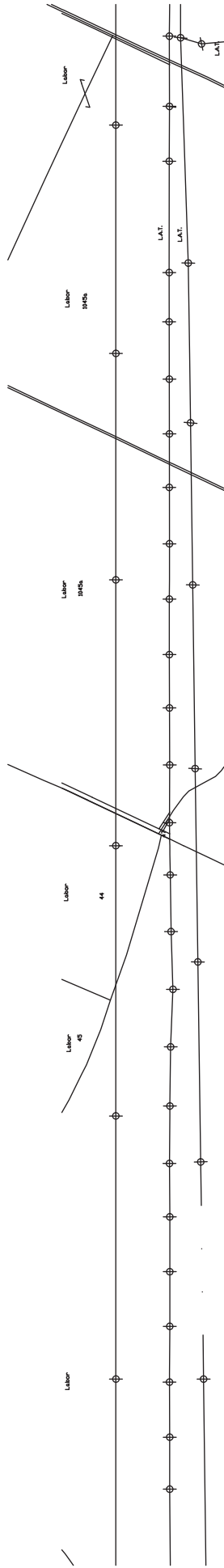
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicacion	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº: 03 HOJA: 24 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3
AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000	FECHA: OCT 2018
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA			



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicacion	PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº. 03 HOJA: 25 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL: A3
AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA	ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000
			FECHA: OCT 2018



Vista en planta



Escala Vertical

20m

10m

Escala Horizontal

50m 100m 150m 200m

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicacion

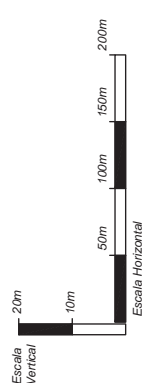
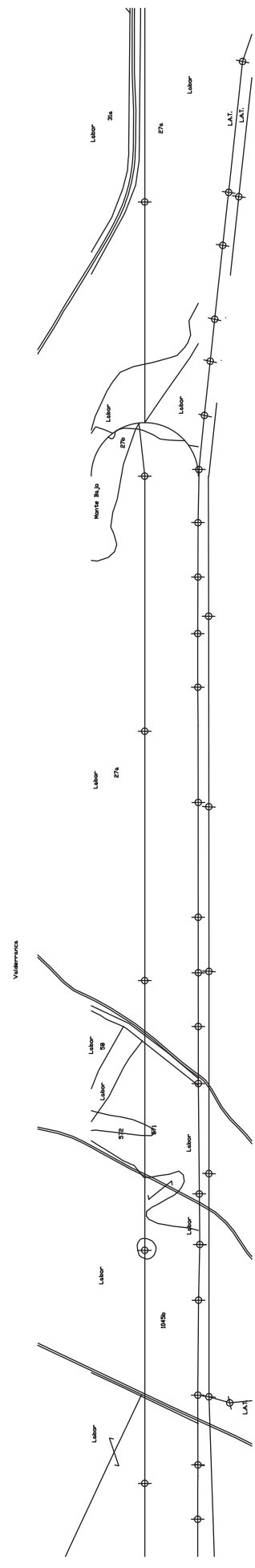
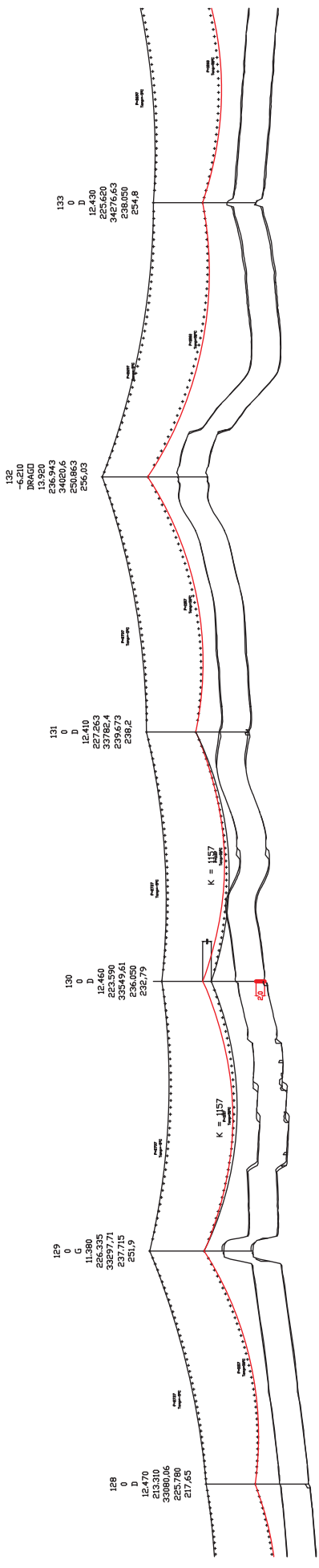


PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

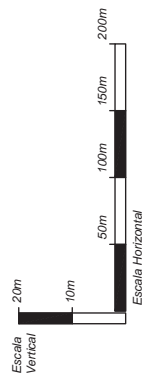
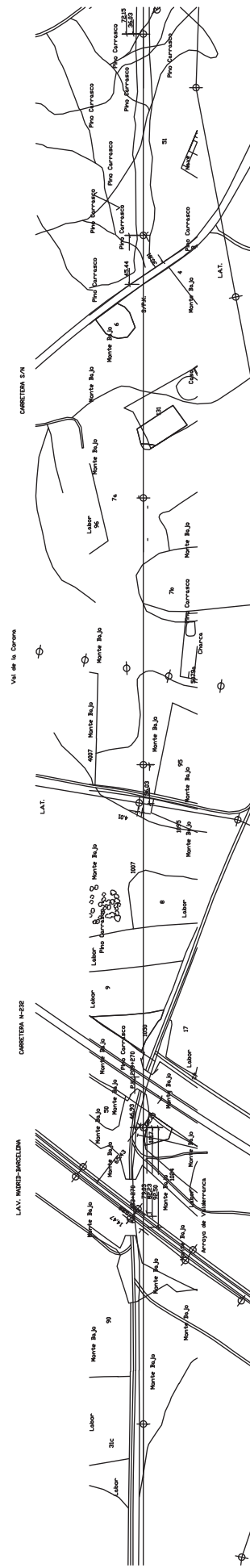
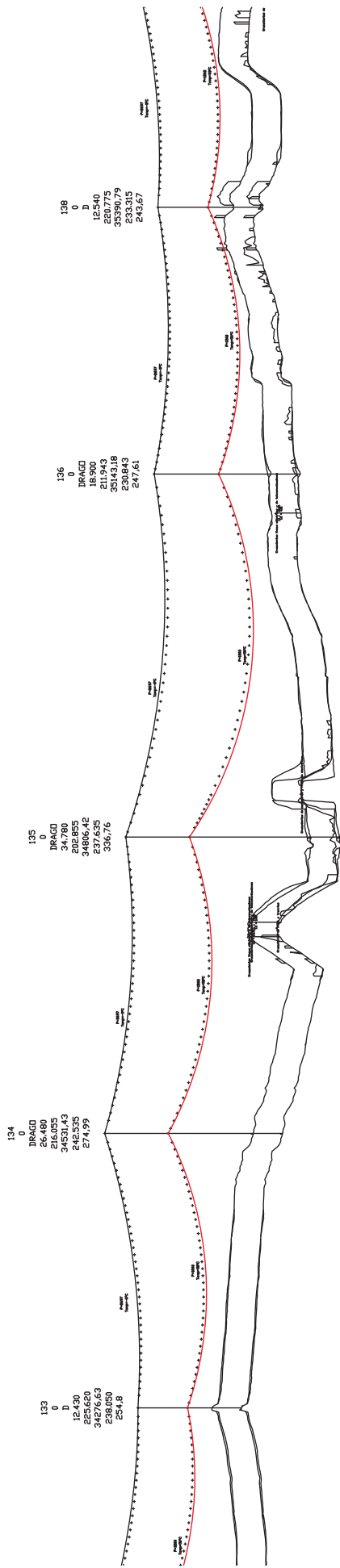
PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

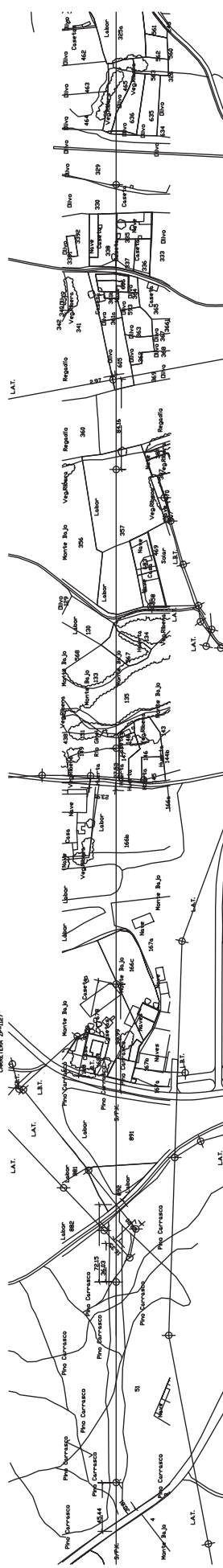
Nº: 03 HOJA: 26 de 33
ORIGINAL: A3
ESCALA: V = 1:1000
H = 1:4000
FECHA: OCT 2018

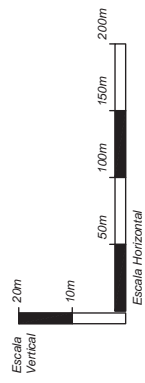
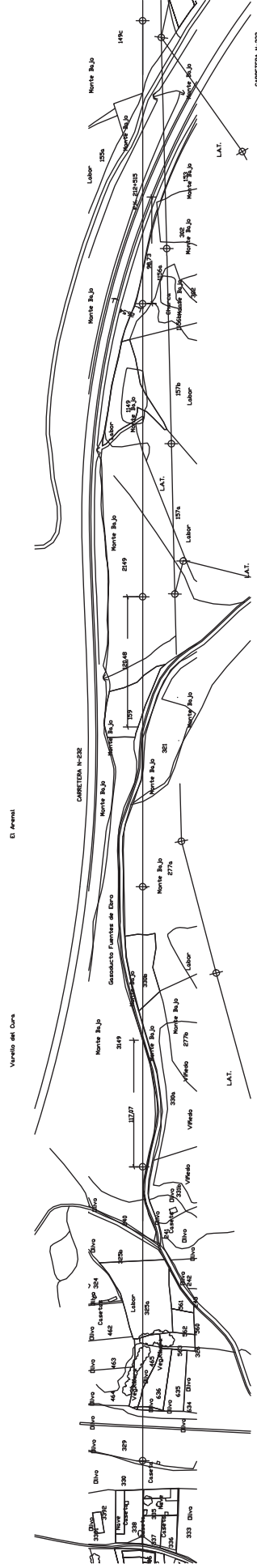
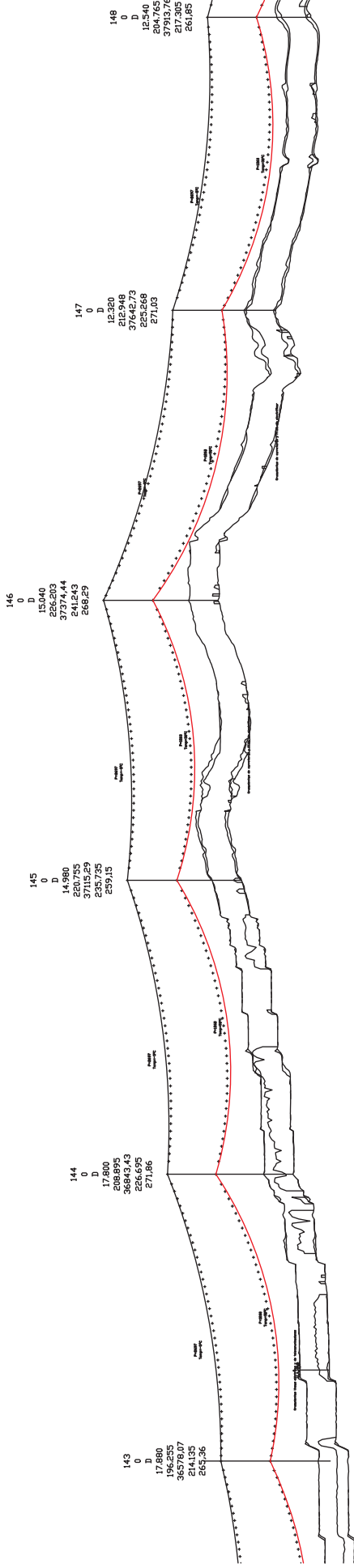


<div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div> <div>E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación</div> <div></div>	PROYECTO:	RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)			
	PLANO:	PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA			
	AUTOR:	JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		REVISADO:	JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA
	Nº:	03	HOJA:	27 de 33	
	ORIGINAL:	A3			
	ESCALA:	V = 1:1000 H = 1:4000			
	FECHA:	OCT 2018			

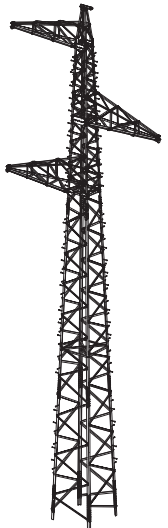
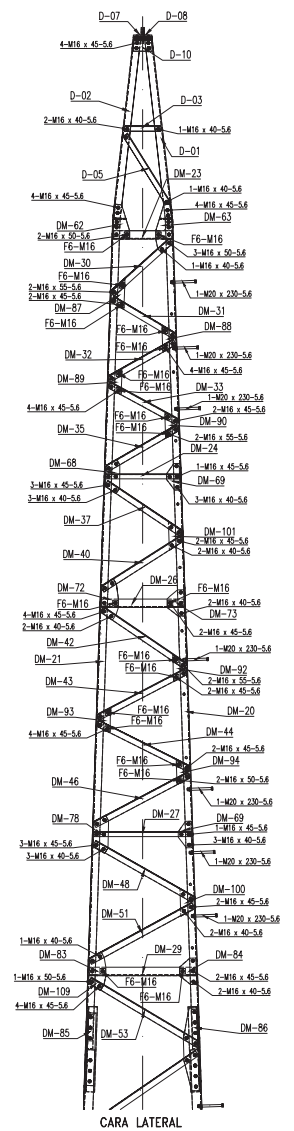
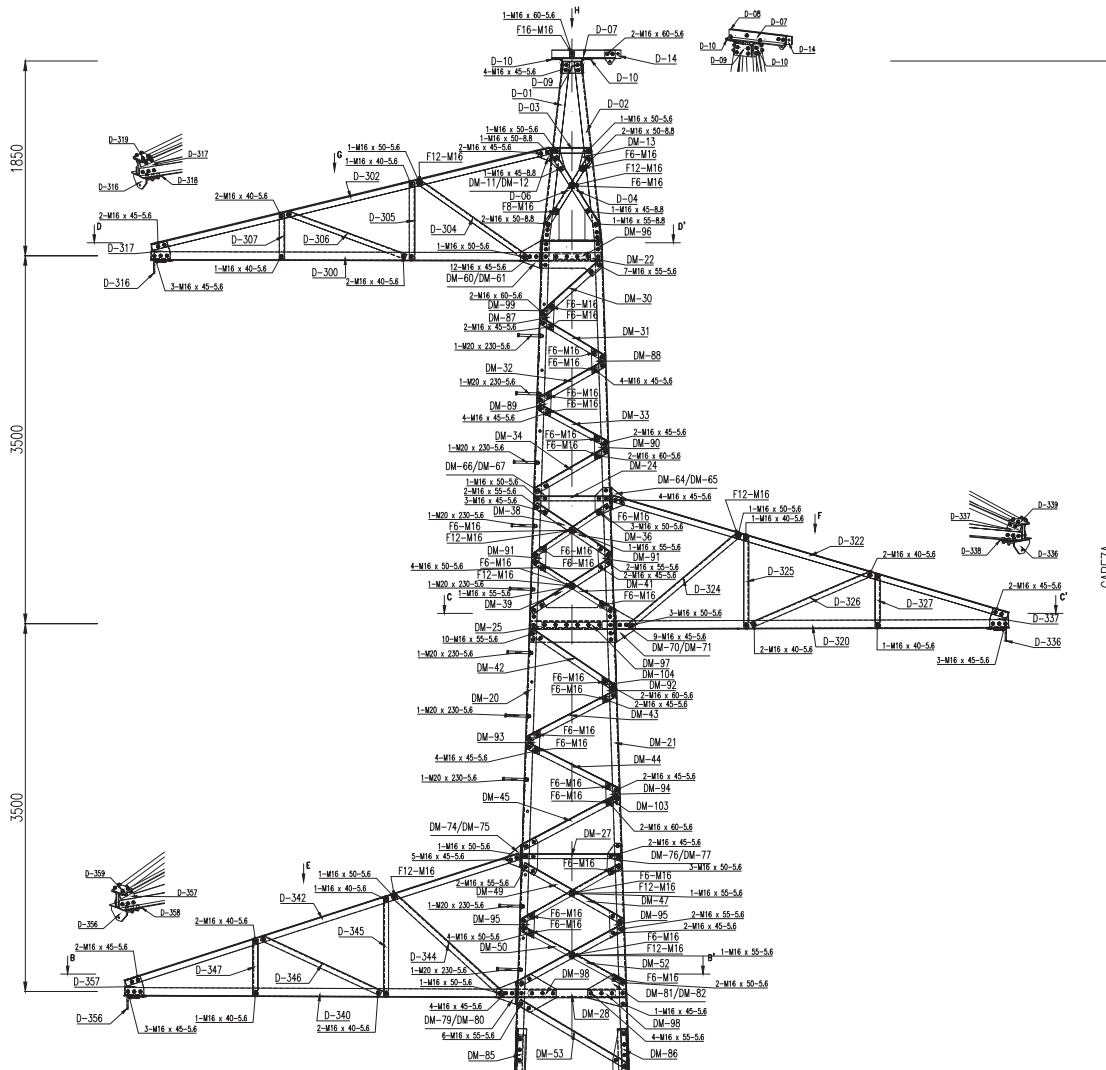


UNIVERSIDAD DE CANTABRIA E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación	PROYECTO: RECERCIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)		Nº. 03	HOJA: 28 de 33
	PLANO: PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA		ORIGINAL:	A3
	AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ		ESCALA: V = 1:1000 H = 1:4000	FECHA: OCT 2018
		REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA		





<div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div> <div>E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación</div> <div></div>	PROYECTO:	RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)			
	PLANO:	PERFIL Y PLANTA LÍNEA ELÉCTRICA			
	AUTOR:	JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ	REVISADO:	JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA	
	Nº. 03		HOJA:		30 de 33
	ORIGINAL:		A3		
	ESCALA:		V = 1:1000		H = 1:4000
	FECHA:		OCT 2018		



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: TORRE TIPO "D" APOYO: 151
SECCIONES, VISTAS Y LISTADOS DEL ARMADO

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

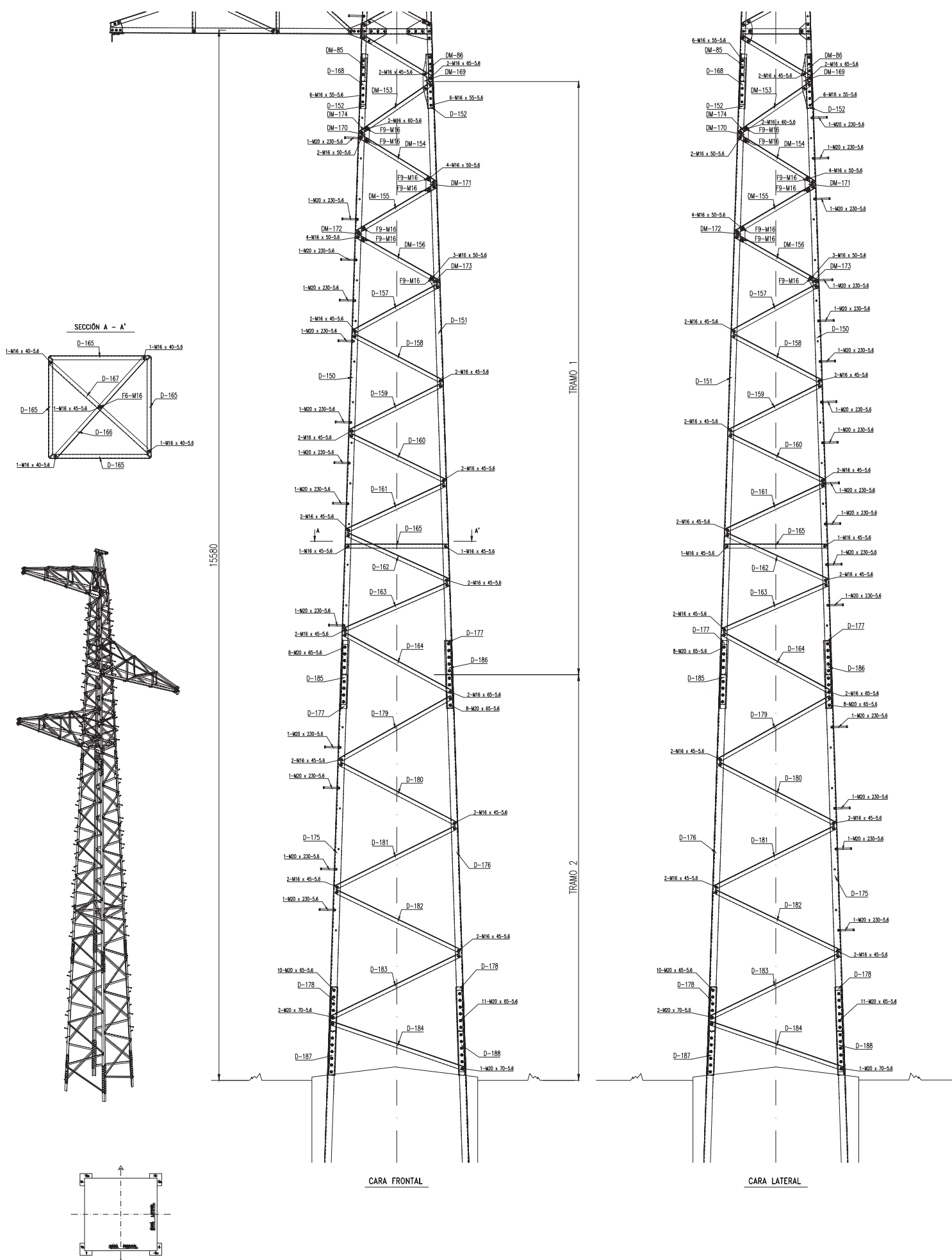
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

Nº: 05 HOJA: 1 de 3

ORIGINAL: A3

ESCALA: 1:50

FECHA: OCT 2018



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: TORRE TIPO "D" APOYO: 151
SECCIONES, VISTAS Y LISTADOS DEL ARMADO

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

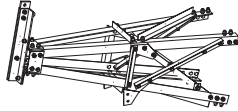
Nº: 05 HOJA: 2 de 3

ORIGINAL: A3

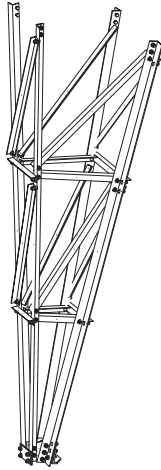
ESCALA: 1:50

FECHA: OCT 2018

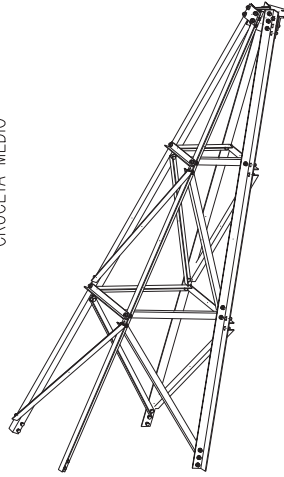
CUERNO



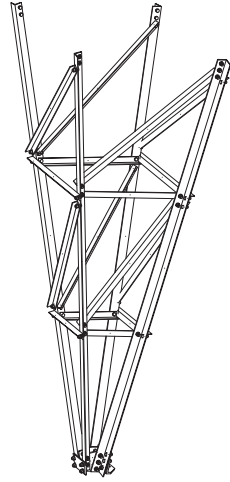
CRUCETA SUPERIOR



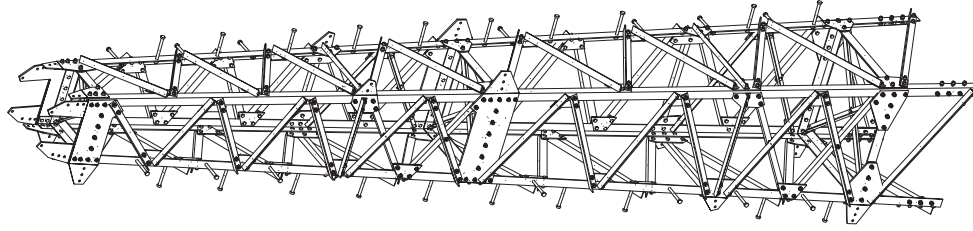
CRUCETA MEDIO



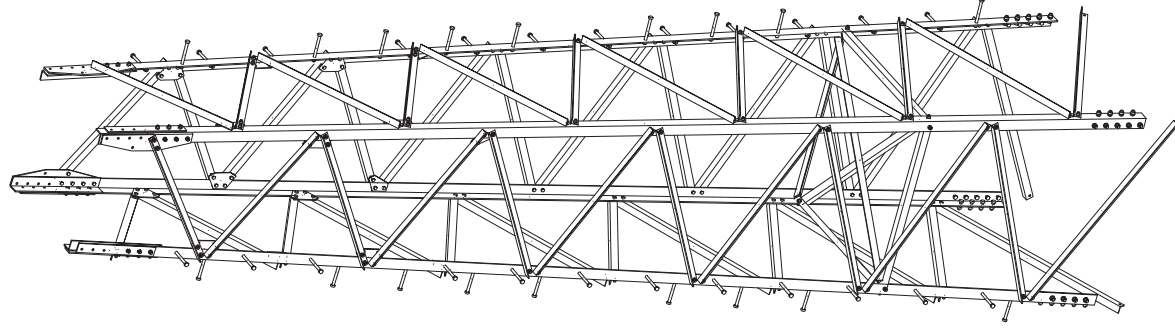
CRUCETA INFERIOR



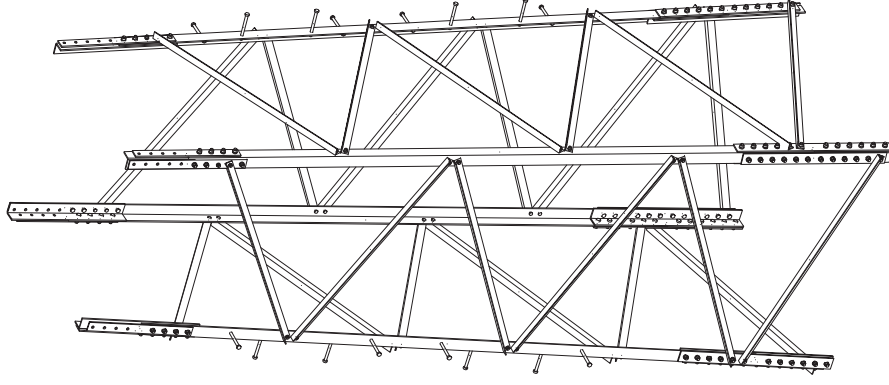
CABEZA



TRAMO 1



TRAMO 2



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicacion



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSION:
"ESCATRON - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: TORRE TIPO "D" APOYO: 151
SECCIONES, VISTAS Y LISTADOS DEL ARMADO

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

Nº: 05 HOJA: 3 de 3
ORIGINAL: A3
ESCALA: S/E
FECHA: OCT 2018

L 220 KV ESPARTAL - ESCATRÓN

Recrecido +5m para apoyo 26

Montantes: L120x120x11

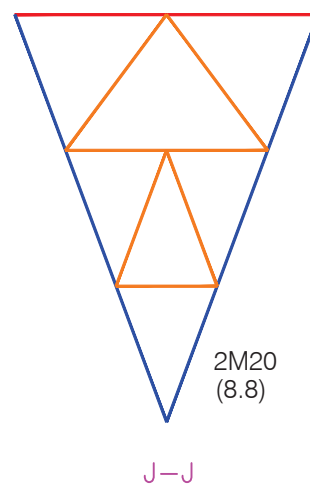
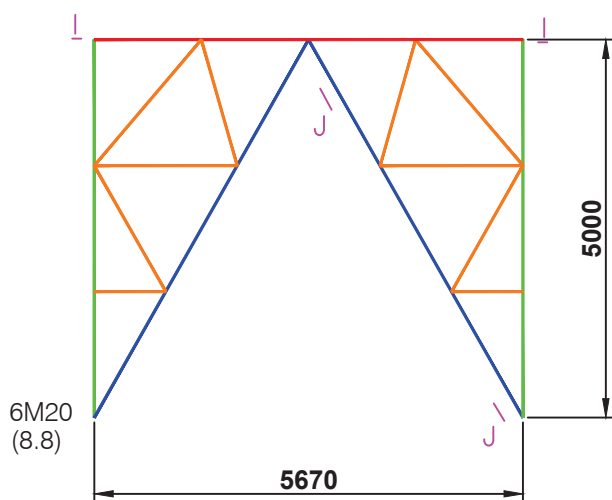
Encuadramientos: L80x80x8

Diagonales L90x90x9

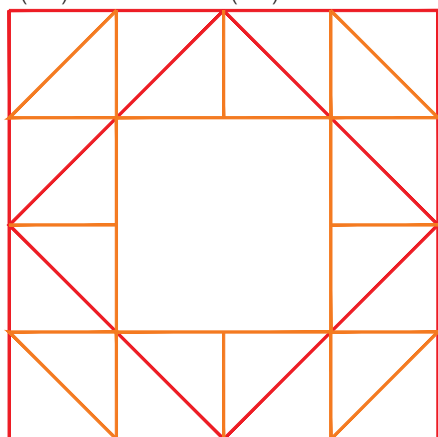
Relleno: L70x70x7

Tornillos sin especificar: 1M16 (5.6)

Cara Frontal y Lateral



2M16 (8.8) 2M16 (8.8) 2M16 (8.8)



- L120x120x11 S355J2
- L80x80x8 S355J2
- L90x90x9 S355J2
- L70x70x7 S355J2

I—I

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +5M (AP N°26)

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

Nº: 06 HOJA:

ORIGINAL: A4

ESCALA: 1:100

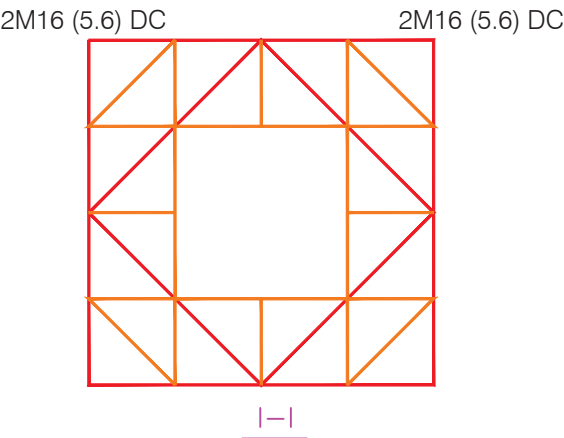
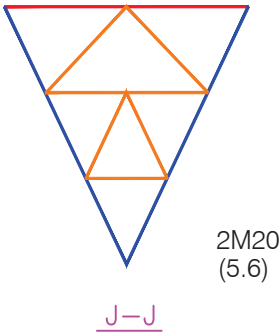
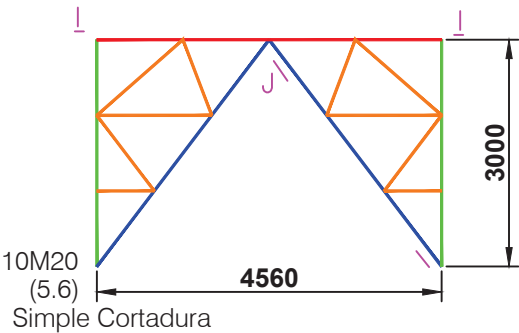
FECHA: OCT 2018

L 220 KV ESPARTAL - ESCATRÓN

Recrecido +3m para apoyo 31

- Montantes: L120x120x12
- Encuadramientos: L80x80x8
- Diagonales L80x80x8
- Relleno: L70x70x7
- Tornillos sin especificar: 1M16 (5.6)

Cara Frontal y Lateral



- L120x120x12 S355J2
- L80x80x8 S355J2
- L80x80x8 S355J2
- L70x70x7 S355J2

L 220 KV ESPARTAL - ESCATRÓN

Recrecido +2m para apoyo 151

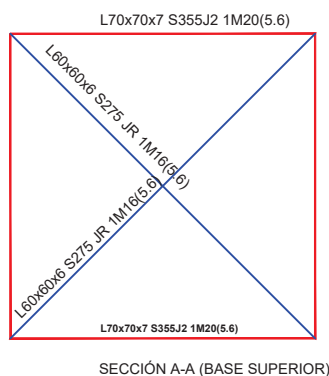
Montantes: L100x100x10

Encuadramiento exterior: L70x70x7

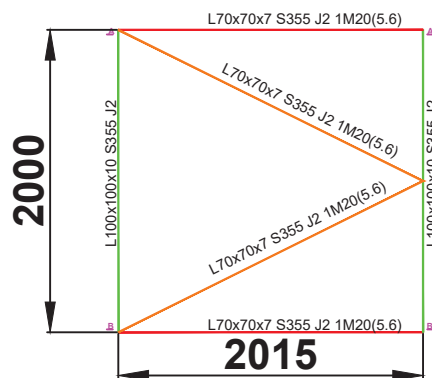
Encuadramiento interior: L60x60x6

Relleno: L70x70x7

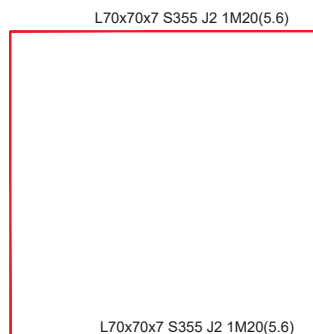
Tornillos sin especificar: 1M16 (5.6)



SECCIÓN A-A (BASE SUPERIOR)



CARA FRONTAL Y LATERAL





SECCIÓN B-B (BASE INFERIOR)

- L100x100x10 S355J2 9M20(5.6)
- L70x70x7 S355J2 1M20(5.6)
- L60x60x6 S275JR 1M16(5.6)
- L70x70x7 S355J2 1M20(5.6)

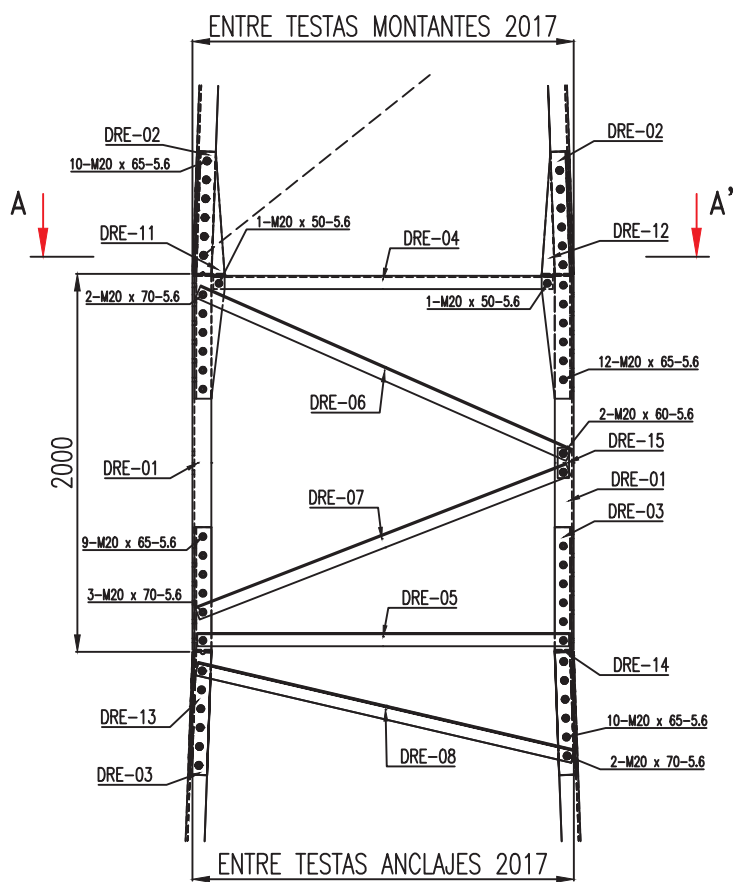
*UNIONES ENTRE MONTANTES A DOBLE CORTADURA
RESTO DE UNIONES A SIMPLE CORTADURA

*PERFILES IGUALES O SUPERIORES A L70x70x5: CALIDAD S355J2

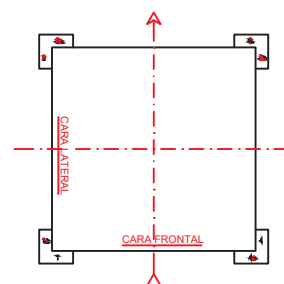
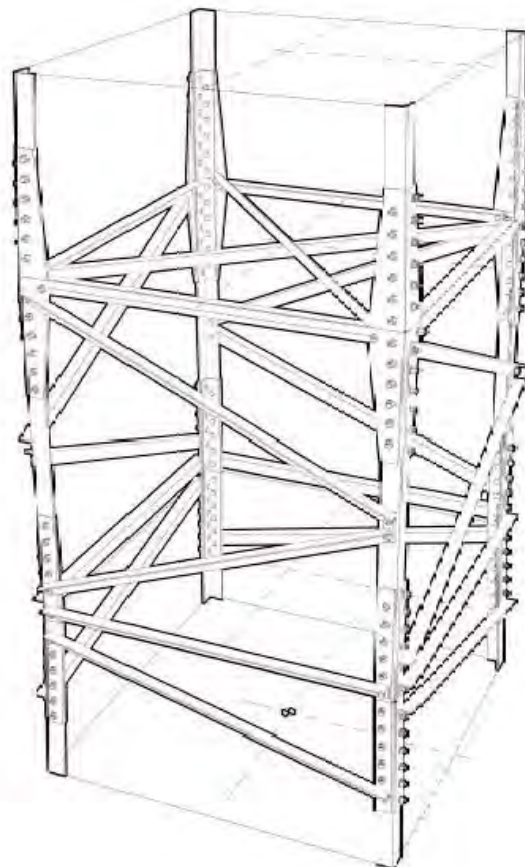
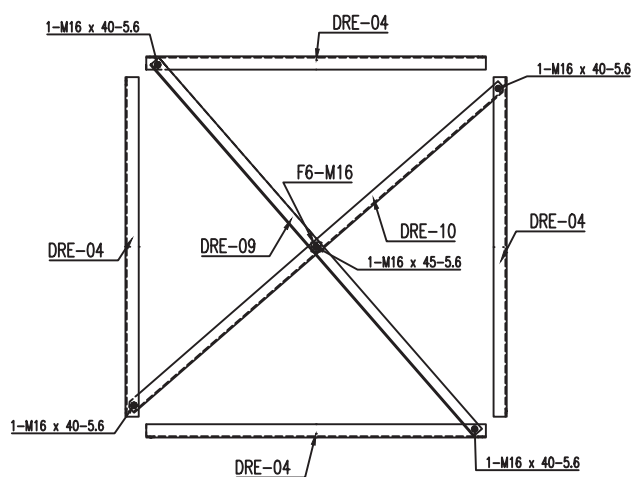
<div>UNIVERSIDAD DE CANTABRIA</div> <div>E.T.S. de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación</div> <div></div>	PROYECTO: <i>RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN: "ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)</i>		Nº: <i>08</i> HOJA: <i>1 de 2</i>
	PLANO: <i>DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +2M (AP Nº151)</i>		ORIGINAL: <i>A4</i>
	AUTOR: <i>Javier Fernández Fernández</i> JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ	REVISADO: <i>José Ramón Aranda Sierra</i> JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA	ESCALA: <i>1:50</i>
			FECHA: <i>OCT 2018</i>

CARA FRONTAL

CARA LATERAL



SECCIÓN A - A'



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +2M (AP Nº151)
(DETALLE DE UNIONES)

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

Nº: 08 HOJA: 2 de 2

ORIGINAL: A4

ESCALA: 1:40

FECHA: OCT 2018

L 220 KV ESPARTAL - ESCATRÓN

Recrecido +2m para apoyo 156

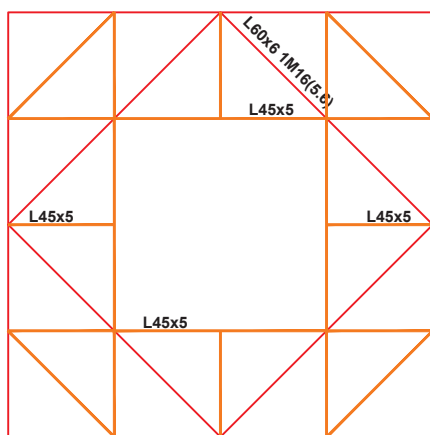
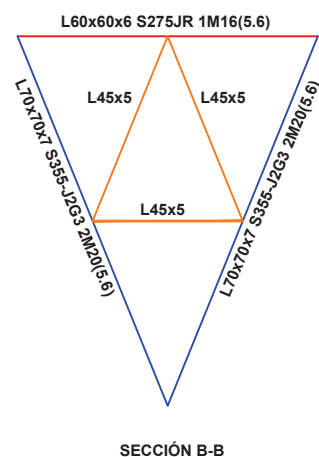
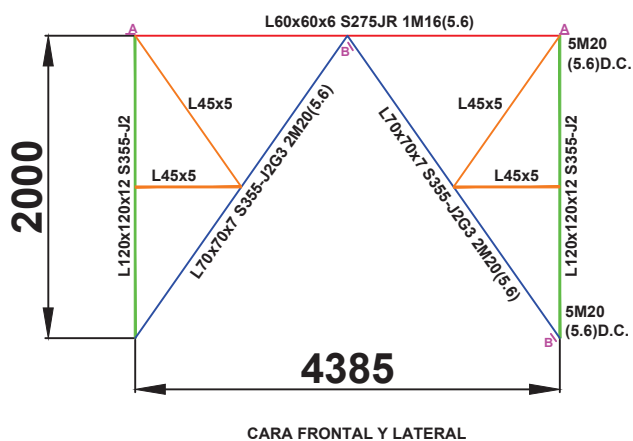
Montantes: L120x120x12

Encuadramientos: L60x60x6

Diagonales: L70x70x7

Relleno: L45x45x5

Tornillos sin especificar: 1M16 (5.6)



— L120x120x12 S355J2
— L60x60x6 S275JR
— L70x70x7 S355J2
— L45x45x5 S275JR

*UNIONES ENTRE MONTANTES A DOBLE CORTADURA
RESTO DE UNIONES A SIMPLE CORTADURA

*PERFILES IGUALES O SUPERIORES A L70x70x5: CALIDAD S355J2

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +2M (AP Nº156)

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

Nº: 09 HOJA:

ORIGINAL: A4

ESCALA: 1:50

FECHA: OCT 2018

L 220 KV ESPARTAL - ESCATRÓN

Recrecido +2m para apoyo 160

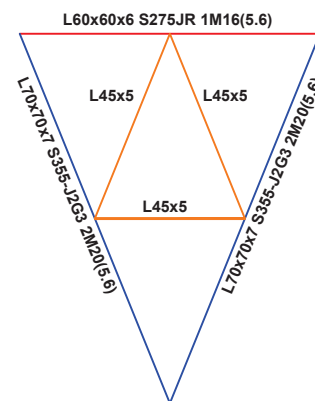
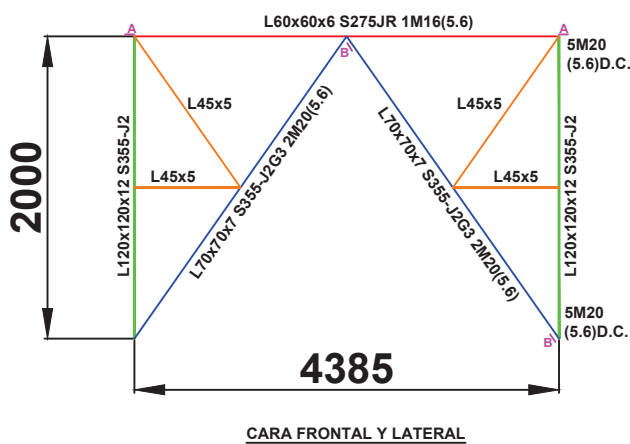
Montantes: L120x120x12

Encuadramientos: L60x60x6

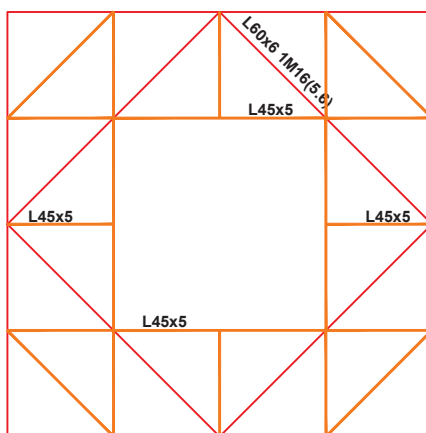
Diagonales: L70x70x7

Relleno: L45x45x5

Tornillos sin especificar: 1M16 (5.6)



SECCIÓN B-B



SECCIÓN A-A

- L120x120x12 S355J2
- L60x60x6 S275JR
- L70x70x7 S355J2
- L45x45x5 S275JR

*UNIONES ENTRE MONTANTES A DOBLE CORTADURA
RESTO DE UNIONES A SIMPLE CORTADURA

*PERFILES IGUALES O SUPERIORES A L70x70x5: CALIDAD S355J2

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.T.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: DISEÑO UNIFILAR DEL RECRECIDO +2M (AP Nº160)

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

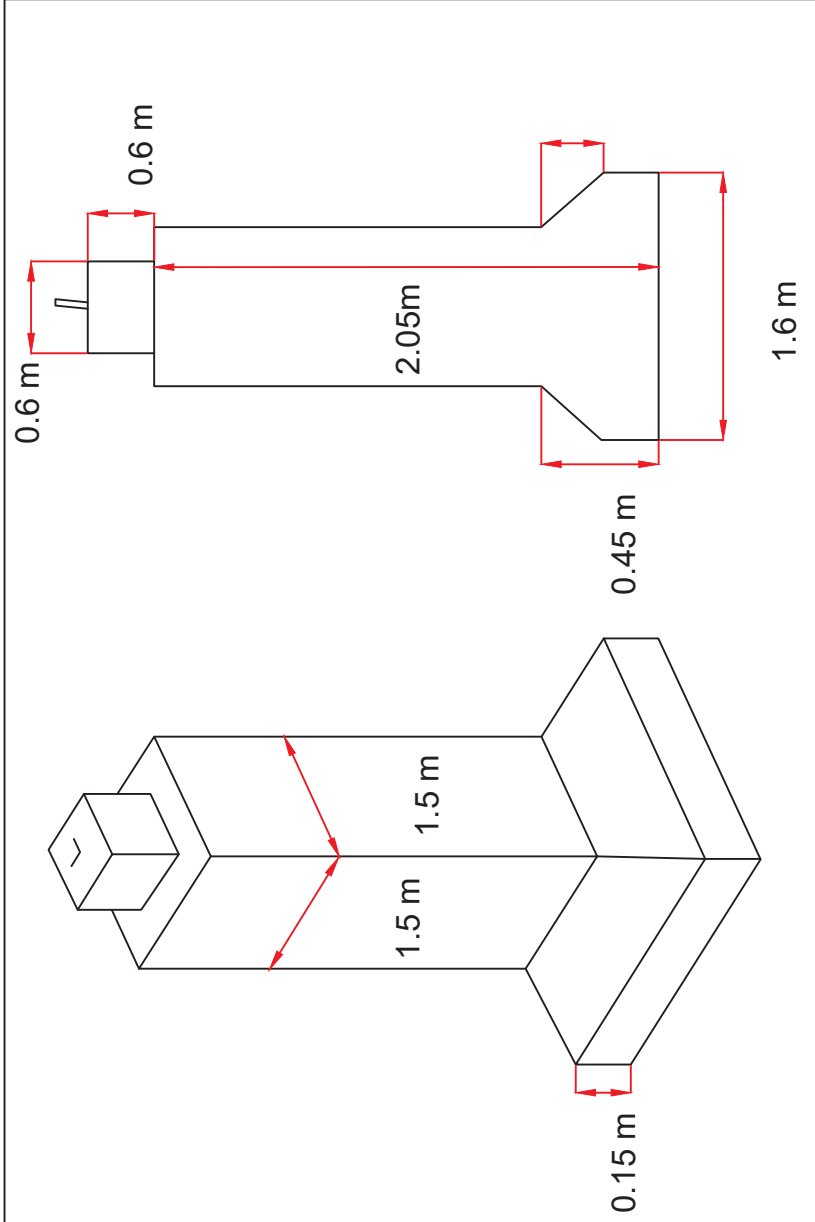
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

Nº: 10 HOJA:

ORIGINAL: A4

ESCALA: 1:50

FECHA: OCT 2018



OBSERVACIONES

Clasificación del terreno según RLAT:

Presencia de nivel freático y profundidad:

Estabilidad de la excavación durante la ejecución de la cata:

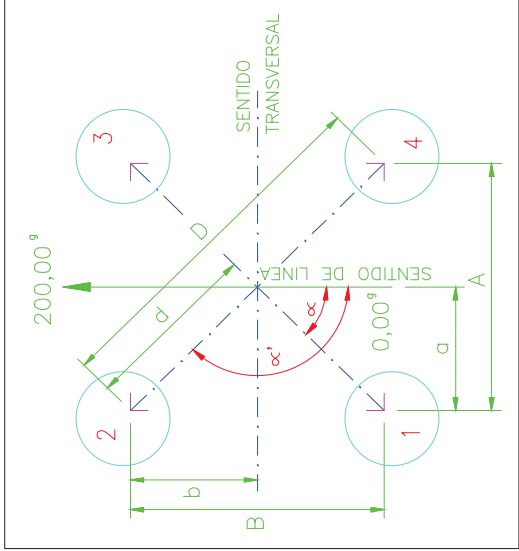
Indicios de ataque químico al hormigón:

Resistencia a compresión del hormigón:

Estado del anclaje (corrosión)

A (m)	a (m)	B (m)	b (m)
5.6 m	2.8 m	5.6 m	2.8 m

D (m)	d (m)	α (°)	α' (°)
7.8 m	3.9 m		



Tipo apoyo	Altura libre (m)
G	

Apoyos de ALINEACIÓN: se realizarán las catas en cualquiera de las patas 1,2,3 o 4.

Apoyos de ÁNGULO: se realizarán las catas en una de las patas más comprimidas

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.I.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



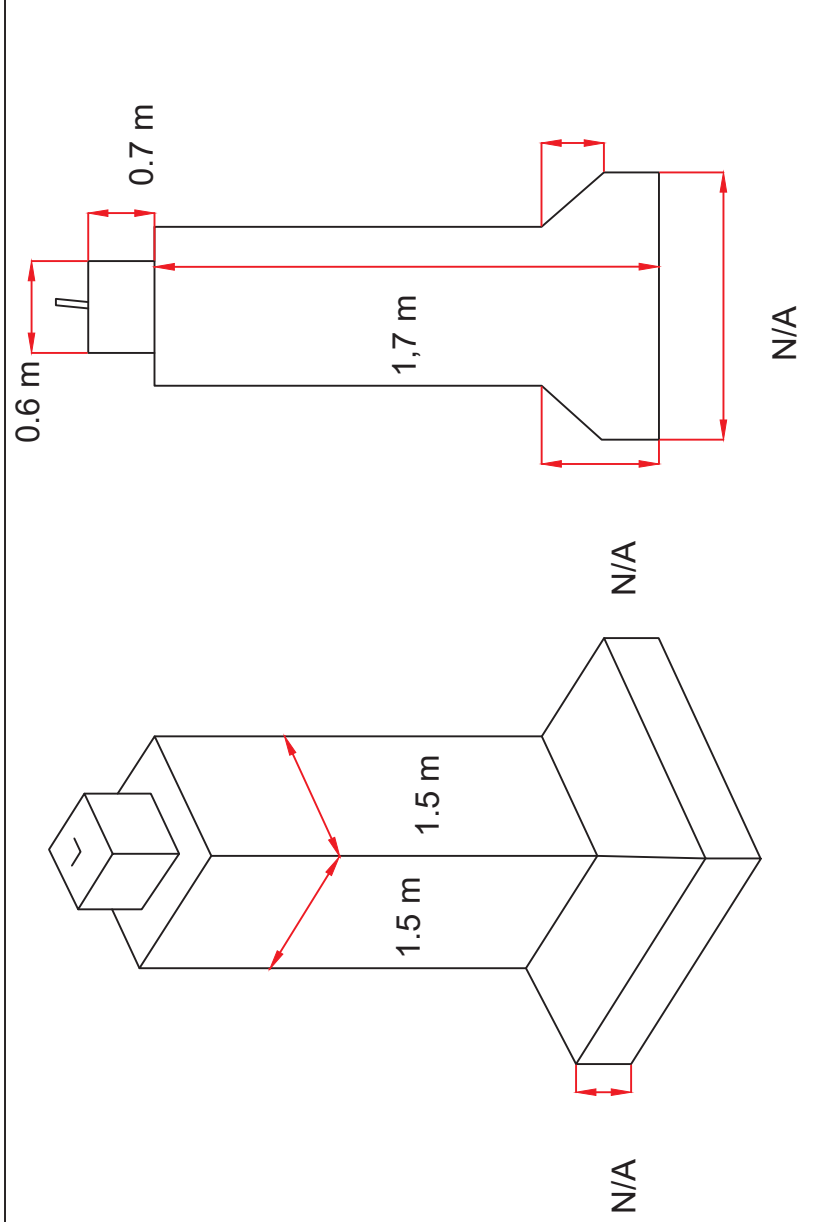
PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: DETALLE CIMENTACIÓN APOYOS 26, 156 Y 160

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

HOJA: 11
ORIGINAL: A4
ESCALA: S/E
FECHA: OCT 2018



OBSERVACIONES

Cimentación actualmente en terreno de rocas

Clasificación del terreno según RLAT:

Presencia de nivel freático y profundidad:

Estabilidad de la excavación durante la ejecución de la cata:

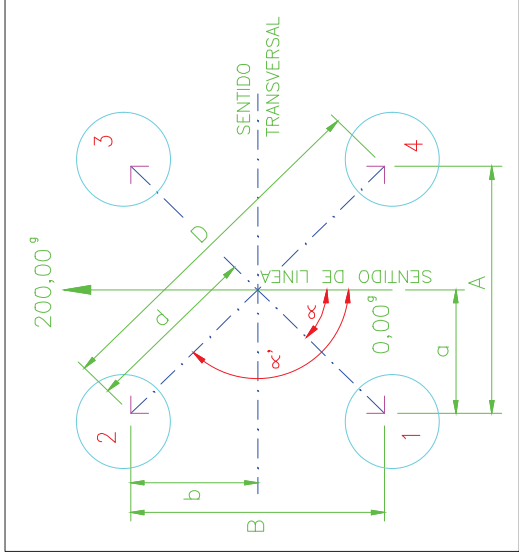
Indicios de ataque químico al hormigón:

Resistencia a compresión del hormigón:

Estado del anclaje (corrosión)

A (m)	a (m)	B (m)	b (m)
4.45 m	2.225 m	4.45 m	2.225 m

D (m)	d (m)	α (°)	α' (°)
6.29 m	3.145 m		



Tipo apoyo	Altura libre (m)
G	

Apoyos de ALINEACIÓN: se realizarán las catas en cualquiera de las patas 1,2,3 o 4.

Apoyos de ÁNGULO: se realizarán las catas en una de las patas más comprimidas

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.I.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: DETALLE CIMENTACIÓN APOYO 31

AUTOR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ
REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

HOJA: 12

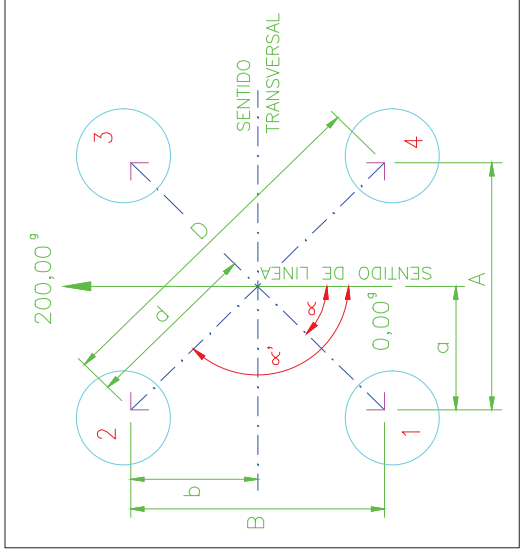
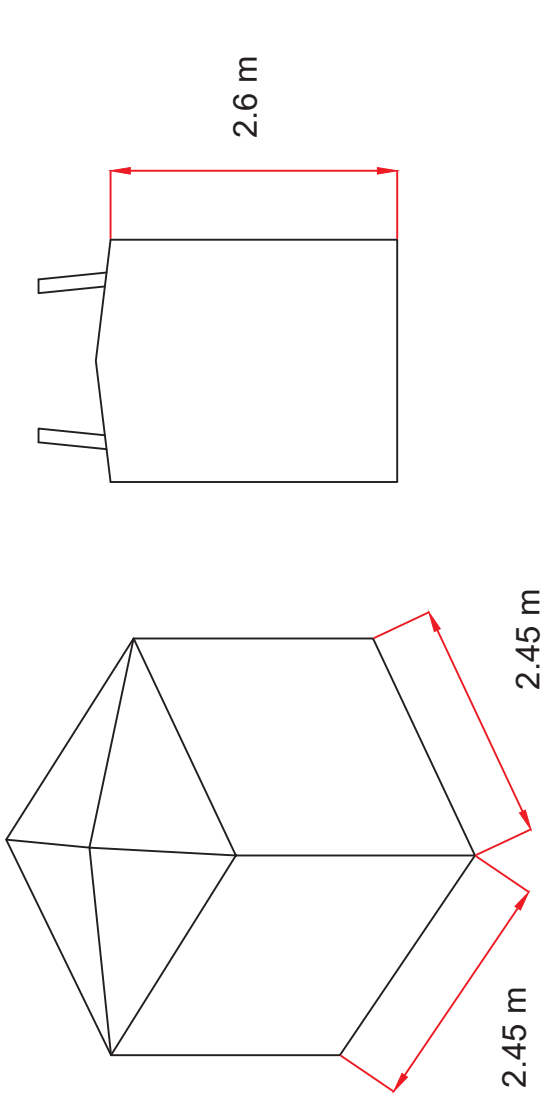
ORIGINAL: A4

ESCALA: S/E

FECHA: OCT 2018

A (m)	a (m)	B (m)	b (m)
1.80 m	0.90 m	1.80 m	0.90 m

D (m)	d (m)	α (°)	α' (°)
2.545 m	1.273 m		



Tipo apoyo	Altura libre (m)
D	

Apoyos de ALINEACIÓN: se realizarán las calas en cualquiera de las patas 1,2,3 o 4.

Apoyos de ÁNGULO: se realizarán las calas en una de las patas más comprimidas

Clasificación del terreno según RLAT:

Presencia de nivel freático y profundidad:

Estabilidad de la excavación durante la ejecución de la cata:

Indicios de ataque químico al hormigón:

Resistencia a compresión del hormigón:

Estado del anclaje (corrosión)

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
E.I.S. de Ingenieros Industriales
y de Telecomunicación



PROYECTO: RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL" (ZARAGOZA)

PLANO: DETALLE CIMENTACIÓN APOYO 151

AUTÓR: JAVIER FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

REVISADO: JOSÉ RAMÓN ARANDA SIERRA

HOJA: 13

ORIGINAL: A4

ESCALA: S/E

FECHA: OCT 2018

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

DOCUMENTO N°3:

PLIEGO DE CONDICIONES

TÉCNICAS

DOCUMENTO Nº3: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	3
2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO	4
2.1. DOCUMENTACIÓN Y MEDIOS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO .	4
2.2. TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES	5
2.3. CIMENTACIONES.....	6
2.3.1. Cemento.....	8
2.3.2. Agua.....	8
2.3.3. Áridos	8
2.3.4. Fabricación.....	9
2.4. ARMADO DE APOYOS.....	10
2.5. PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES METÁLICAS.....	11
2.6. IZADO DE APOYOS	12
2.7. TENDIDO, EMPALME, TENSADO Y REGULACIÓN DE CONDUCTORES	12
2.7.1. Herramientas.....	12
2.7.2. Método de montaje.....	15
2.8. REPOSICIÓN DEL TERRENO.....	22
2.9. NUMERACIÓN DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO ELÉCTRICO	22
2.10. PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES.....	22
2.11. CONDICIONES AMBIENTALES	23
2.11.1. Condiciones generales.....	23
2.11.2. Atmósfera	23
2.11.3. Residuos	24
2.11.4. Inertes	24
2.11.5. Derrames y vertidos	24
2.11.6. Conservación ambiental.....	25

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

2.11.7. Finalización de obra y restauración ambiental	25
2.12. PUESTA TIERRA	25
3. MATERIALES	26
3.1. APOYOS	26
3.2. CONDUCTORES Y CABLES	27
3.3. AISLADORES.....	27
3.4. HERRAJES	27
4. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE MATERIALES DE A.T.	29
5. RECEPCIÓN EN OBRA	30
5.1. CALIDAD DE CIMENTACIONES	30
5.2. TOLERANCIAS DE EJECUCIÓN.....	30
5.2.1. Desplazamiento de apoyos sobre su alineación	30
5.2.2. Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea, en relación a su situación prevista.....	30
5.2.3. Verticalidad de los apoyos	31
5.2.4. Dimensión de flechas	31
5.2.5. Estado y colocación de los aisladores y herrajes.....	31
5.2.6. Grapas	31
5.2.7. Distancias a masa y longitudes de puente	31
5.3. TOLERANCIAS DE UTILIZACIÓN	32
5.4. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN	32
6. NORMATIVA.....	33

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de líneas eléctricas aéreas de 45, 66, 132 Y 220 kV.

Estas obras contemplan la obra civil, el suministro y montaje de los materiales necesarios en la construcción de dichas líneas, así como la puesta en servicio de las mismas.

Los pliegos de condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte. El director de obra del contratista principal, deberá tener presencia permanente en obra.

En el caso que la línea lleve OPGW, al menos con dos semanas de antelación al comienzo de los trabajos, el promotor se pondrá en contacto con la empresa distribuidora de telecomunicaciones para mantener una reunión de lanzamiento y coordinación del proyecto en el que se revisará el plan de trabajo y los detalles más importantes del mismo.

2.1. DOCUMENTACIÓN Y MEDIOS PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO

El contratista deberá poseer como mínimo la siguiente documentación para el montaje de la línea:

- Plano de situación a escala 1:50.000 o 1:25.000.
- Plano de emplazamiento
- Plano de perfil longitudinal y planta de la línea a escalas verticales 1:500 y horizontales 1:2.000, en los que figuren la distribución de apoyos, catenaria de conductores, cables de tierra y cables de fibra óptica para la hipótesis de máxima flecha, límites de parcelas, límites de provincias y términos municipales, servicios que existan en una franja de 50 m de anchura a cada lado del eje de la línea, tales como carreteras, ferrocarriles, cursos de agua, líneas eléctricas o de telecomunicación, etc. En dicho perfil se indicarán las longitudes de los vanos, tipo, numeración y cotas de emplazamiento de los apoyos, ángulos del trazado y numeración de las parcelas afectadas.
- Planos de los apoyos y esfuerzos admisibles.
- Planos de puesta a tierra de los apoyos.
- Planos de formación de cadenas en sus composiciones de suspensión y amarre.
- Planos de cimentaciones y comprobación de la adherencia de las mismas.

- Tablas de tendido para el tensado de los conductores, cables de tierra y cables de fibra óptica, de 5 en 5 grados centígrados, para los vanos reguladores y de comprobación que se fijen.
- Relación de bobinas de conductor con indicación de la longitud contenida en cada una de ellas.
- Especificaciones técnicas de materiales.
- Curvas de utilización de los diferentes apoyos suministradas por el fabricante.
- Estudio de amortiguamiento realizado por el fabricante.
- Requisitos para tendido de cable de fibra óptica tipo OPGW y PKP/TKT en líneas eléctricas.

Por otra parte, el contratista vendrá obligado a exponer en su oferta las herramientas que piensa utilizar en la construcción y el método de tendido a seguir, que será aprobado por la empresa distribuidora y hará mención de la que crea deba ser facilitada por la empresa distribuidora.

2.2. TRANSPORTE Y ACOPIO DE MATERIALES

Al ser el contratista quien suministra los materiales, cuidará de su carga y transporte desde su adquisición hasta la descarga en obra. Estos transportes serán por cuenta del contratista, siendo responsable de cuantas incidencias ocurran a los mismos hasta la recepción definitiva de la obra.

El contratista cuidará de que la carga, transporte y descarga de los materiales se efectúe sin que sufran golpes, roces o daños que puedan deteriorarlos. Así, se utilizarán eslingas textiles para la bajada de perfiles.

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

En la carga y descarga de los camiones se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento o deformación de los mismos.

En el depósito en obra se colocarán los postes con una separación de estos con el suelo y entre ellos (en el caso de unos encima de otros) con objeto de poder introducir los estrobos. Esto supondrá situar un mínimo de tres puntos de apoyo, los cuales serán tacos de madera y todos ellos de igual tamaño; por ninguna razón se utilizarán piedras para este fin.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se transportarán con vehículos especiales o elementos apropiados desde el almacén, hasta el pie del apoyo.

Se tendrá especial cuidado con los apoyos metálicos, ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los angulares que lo componen, dificultando su armado o haciendo desprenderse la capa de galvanizado.

Los estrobos a utilizar serán los adecuados para no producir daños en los apoyos.

El contratista tomará nota de los materiales recibidos, dando cuenta al director de obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostramiento.

Los aisladores no se podrán apilar en sus embalajes en más de seis cajas superpuestas y estarán siempre bien embalados para su transporte se hará, que se realizará con el debido cuidado.

Las bobinas se descargarán con grúa o con muelle de descarga pero nunca dejándolas caer desde el camión. En caso de rodarse las bobinas, se hará siempre en sentido contrario al del arrollamiento del cable.

2.3. CIMENTACIONES

Antes de realizar las cimentaciones el contratista realizará el replanteo y estaquillado de los apoyos comprobando que los planos de planta y perfil del proyecto se ajustan a la realidad existente en el momento de realizar la línea indicando cualquier divergencia existente a la dirección de obra.

Antes de realizar las excavaciones, será preciso que el contratista realice un estudio geotécnico por muestreo del terreno que le entregará al director de Obra,

siendo éste el que autorice un redimensionamiento nuevo de la cimentación a la vista de los resultados, si fuese necesario. Asimismo, se aprovechará el citado estudio para la obtención de la resistividad eléctrica del terreno, con objeto de conocer este parámetro para el dimensionado del electrodo de puesta a tierra del apoyo.

Las cimentaciones se realizarán de acuerdo a los planos de cimentaciones del proyecto y conforme a la “Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)”, empleándose un hormigón HM - 25 / B / 20 /Ila. Esta definición, se corresponde con un hormigón en masa (HM) y estructural, lo que determina una resistencia característica mínima de 25 N/mm² según la EHE-08. La consistencia será blanda (B) y el tamaño máximo de árido empleado será de 20. Con referencia a la clase general de exposición, se especificará una de tipo Ila, correspondiente a humedades altas.

El contratista, previa autorización de la empresa distribuidora, realizará la ejecución de pistas de acceso considerando los condicionantes precisos para su realización, como señalización para que los vehículos siempre usen esas pistas y no caminos alternativos sino sobre las mismas rodadas, causar mínimos daños, etc.

Por otro lado, respecto a los estudios de acceso necesarios, será el contratista quien los realice, y serán aprobados por el director de obra.

No se efectuarán movimientos de terreno ni explanaciones, sin previa autorización del director de obra.

La fase de movimiento de tierras y excavaciones se realizará en todo momento según las normas técnicas de prevención, NTP 278: Prevención del desprendimiento de tierras y NTP 126: Máquinas para el movimiento de tierras.

Todas las excavaciones permanecerán siempre acotadas, señalizadas y quedará prohibido el acopio de material y tránsito de vehículos junto al borde de la excavación.

Por la noche las excavaciones se balizarán con cinta y señalización de riesgo de caídas reflectarías.

Cuando se abandone la zona de trabajo esta permanecerá siempre completamente acotada impidiendo el paso a toda persona ajena a la obra.

Los materiales empleados en la elaboración del hormigón en masa serán los siguientes:

2.3.1. Cemento

Los cementos utilizados en la elaboración del hormigón deberán ajustarse a lo establecido en el Art. 26 de la EHE-08.

2.3.2. Agua

Se podrá utilizar, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones establecidas en el Art. 27 de la EHE-08.

2.3.3. Áridos

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arena y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En todo caso cumplirán las condiciones del Art. 28 de la EHE-08. Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables. En caso de empleo de escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones (arena y grava).

El tamaño del árido, las condiciones físico-químicas, las condiciones físico-mecánicas, la granulometría y el coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el Art. 28 de la EHE-08.

2.3.4. Fabricación

La elaboración y puesta en obra del hormigón se realizará según lo establecido en el Art. 71 de la EHE-08.

El tiempo transcurrido entre la adición de agua del amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media, salvo que se utilicen aditivos retardadores del fraguado. En tiempo caluroso o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

La dosificación de los materiales que constituyen el hormigón se realizará en peso y de tal modo que la resistencia del hormigón se ajuste a la indicada en los planos de cimentaciones del presente proyecto.

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, el amasado se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s.

El fabricante de hormigón tendrá que documentar debidamente la dosificación empleada, que será aceptada expresamente por el director de obra.

El control de la resistencia característica del hormigón se realizará según lo establecido en el Art. 86 de la EHE-08.

En los casos en que el contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

La temperatura de la masa del hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 °C. Se prohibirá verter el hormigón sobre elementos (armaduras, encofrados, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0 °C. En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. En aquellos casos que no puedan cumplirse las prescripciones anteriores, se admitirá el uso de los aditivos necesarios previa consulta y aprobación por parte de la empresa distribuidora.

No se hormigonará a temperaturas superiores a 40 °C o con vientos excesivos.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado según lo establecido en el Art. 71 de la EHE-08.

Caso que se suspenda el hormigonado por algún motivo y no se haya finalizado el trabajo se permite la introducción de varillas o resina epoxi para la unión posterior de las dos fases de hormigonado.

El contratista garantizará la correcta colocación de los anclajes en apoyos 4 patas con la inclinación correcta. Para ello, empleará la plantilla adecuada durante el montaje, y no realizará el vertido del hormigón directamente sobre los anclajes para evitar desplazarlos una vez colocados.

Para los apoyos metálicos de celosía, los macizos de cimentación, tanto monobloque como fraccionados, quedarán 30 cm sobre el nivel del suelo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, con una pendiente de un 10% como mínimo como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar los tubos de polietileno corrugado de diámetro mínimo de 36 milímetros indicados en los planos de puesta a tierra de los apoyos.

Estos tubos que deberán salir en la parte superior de la cimentación, junto a las tomas de puesta a tierra previstas en el apoyo, estarán preparados para instalación a la intemperie, siendo resistentes a la degradación por radiación ultravioleta.

2.4. ARMADO DE APOYOS

El armado de los apoyos de celosía se realizará sobre una superficie de terreno lo más horizontal posible, a fin de que quede nivelado sobre los tacos de madera que lo calzan, evitando de ese modo que se deforme. También, añadir que durante el armado del apoyo se tendrá presente en todo momento la concordancia de diagonales y presillas.

El izado se realizará en todo momento según la norma técnica de prevención NTP 208: Grúa móvil y la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-4 del

reglamento de aparatos de elevación y manutención referentes a grúas móviles autopropulsadas.

Todas las maniobras de izado se realizarán por personal autorizado con grúas y plumas, que estarán en perfecto estado de mantenimiento. La grúa o pluma se seleccionará en función del peso y dimensiones de la carga, y durante todo el proceso de izado estará con estabilizadores desplegados y nivelados. El izado se realizará lentamente, quedando prohibido arrastrar la carga y permanecer debajo de esta. El estrobo de la carga se hará siempre de tal manera que su reparto sea homogéneo.

El gruista podrá guiarse por el encargado de la maniobra de izado mediante señales que serán conocidas perfectamente por el encargado y el gruista.

Una vez que la carga ha sido colocada y asegurada se procederá a desengancharla.

Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesitan su sustitución o su modificación, el contratista lo notificará al director de obra.

El uso de punteros o escarificadores para modificar taladros está prohibido.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc.

Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del director de obra.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores se apretarán los tornillos dando a las tuercas el par de apriete correcto mediante llave dinamométrica. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse.

2.5. PROTECCIÓN DE LAS SUPERFICIES METÁLICAS

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados en caliente, según UNE-EN ISO 1461 de obligado cumplimiento en la ITC 02 del RLAT.

Todos los tornillos y sus accesorios deberán estar galvanizados en caliente según norma UNE 37 507 considerada de obligado cumplimiento según la ITC 02 del RLAT.

2.6. IZADO DE APOYOS

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material.

Por tratarse de postes pesados, se recomienda sean izados con pluma o grúa según se indica en el apartado 2.4, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

La nivelación de los apoyos metálicos de celosía se realizará mediante la perfecta colocación de la base del apoyo con plantillas.

2.7. TENDIDO, EMPALME, TENSADO Y REGULACIÓN DE CONDUCTORES

2.7.1. Herramientas

El contratista deberá aportar todas las herramientas necesarias, que estarán suficientemente dimensionadas en previsión de roturas y accidentes, como son poleas, cables pilotos, máquinas de empalmar, andamios, etc. y demás herramientas utilizadas en este tipo de trabajo, salvo que sean suministradas por la empresa distribuidora por mutuo acuerdo.

La empresa distribuidora se reserva el derecho de rechazar en cualquier momento aquellas herramientas que, por no estar en condiciones, no sean adecuadas para efectuar el trabajo a que están destinadas.

Máquina de frenado del conductor

Dispondrá esta máquina de dos tambores en serie con canaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor.

Dichos tambores serán de aluminio, plástico, neopreno o cualquier otro material que será previamente aprobado por el director de obra.

La relación de diámetros entre tambores y conductor será fijada por el contratista haciéndose responsable de la misma.

La máquina de frenado mantendrá constante la tensión durante el tendido limitando la tensión máxima y la velocidad de salida del cable.

La bobina se frenará con el exclusivo fin de que no siga girando por su propia inercia o por variaciones de velocidad en la máquina de frenado.

Nunca debe rebasar valores que provoquen daños en el cable por el incrustamiento en las capas inferiores.

Poleas de tendido del conductor y cable de tierra

Para tender el conductor de aluminio-acero, las gargantas de las poleas serán de aluminio, plástico o neopreno.

El diámetro de la polea estará comprendido entre 25 y 30 veces el diámetro del conductor.

Las poleas para el cable de acero podrán ser de acero, madera, plástico o neopreno, y siempre de un material de igual o menor dureza que el cable o el conductor.

La superficie de la garganta de las poleas será lisa y exenta de porosidades y rugosidades. No se permitirá el empleo de poleas que por el uso presenten erosiones o canaladuras provocadas por el paso de las cuerdas o cables piloto.

La forma de la garganta tendrá una curvatura en su fondo comprendida entre el diámetro del conductor o cable de tierra como mínimo y el diámetro de los empalmes provisionales y giratorios utilizados en el tendido. Las paredes laterales estarán inclinadas formando un ángulo entre sí comprendido entre 20° y 60° para evitar enganches.

Los bordes deberán de ser biselados con el mismo fin.

No se emplearán jamás poleas que se hayan utilizado para tendidos de conductores de cobre.

Las poleas estarán montadas sobre cojinetes de bolas o rodillos, pero nunca con cojinete de fricción, de tal forma que permitan una fácil rodadura.

Se colgarán directamente de la cadena de aisladores de suspensión.

Máquinas de empalmar

El contratista aportará las máquinas de empalmar requeridas, efectuándose revisiones periódicas de las dimensiones finales del manguito y efectuando ensayos dimensionales de los empalmes realizados para comprobar que las hileras y matrices están dentro de las tolerancias exigidas. Las matrices y las mordazas serán suministradas por el contratista.

Mordazas

Utilizará el contratista mordazas adecuadas para efectuar la tracción del conductor, cable de tierra o cable de fibra óptica que no dañen el aluminio del conductor, el galvanizado del cable de acero, el alumoweld del cable de fibra óptica OPGW o la cubierta del cable de fibra óptica autosoportado cuando se aplique una tracción igual a la que determine la ecuación de cambio de condiciones a 0° C sin manguito de hielo ni viento.

Se utilizarán, preferentemente, mordazas del tipo preformado. En el caso de utilizarse mordazas con par de apriete, éste deberá de ser uniforme y, si es de estribos, el par de apriete de los tornillos debe efectuarse de forma que no se produzca un desequilibrio.

Máquina de tracción

Podrá utilizarse como tal el cabestrante o cualquier otro tipo de máquina de tracción que el director de obra estime oportuno, en función del conductor y de la longitud del tramo a tender.

Dinamómetros

Será preciso utilizar dispositivos para medir la tracción del cable durante el tendido en los extremos del tramo, es decir, en la máquina de freno y en la máquina de tracción.

El dinamómetro situado en la máquina de tracción ha de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzca una elevación anormal en la tracción de tendido.

Giratorios

Se colocarán dispositivos de libre giro con cojinete axiales de bolas o rodillos entre conductor y cable piloto para evitar que pase el giro de un cable a otro.

2.7.2. Método de montaje

Tendido

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan transcurrido 28 días desde la finalización de la cimentación de los apoyos, salvo indicación en contra del director de obra.

El tendido del conductor debe realizarse entre amarres salvo situaciones excepcionales, donde caso de no poder ser así, se deberá justificar de manera detallada.

En lo concerniente al cable OPGW, es necesario considerar que cuando el cable pase del apoyo o pórtico desde el tendido aéreo al tendido canalizado para la entrada en la subestación, el/los proveedores seleccionados de entre los homologados para servicios de telecomunicaciones instalarán cable PKP/TKT por lo que el cable OPGW debe dejarse terminado en dicho pórtico con una coca de al menos 15 metros. Será en la reunión inicial de lanzamiento y coordinación del proyecto en la que se fijarán los puntos concretos en que deberán dejarse cocas de cable.

Antes de comenzar el tendido, los apoyos estarán totalmente terminados, así como los tornillos apretados, graneteados y las peanas terminadas.

El contratista se ocupará y someterá a la aprobación del director de obra el estudio del tendido, la elección de los emplazamientos del equipo y orden de entrega de bobinas para conseguir que los empalmes queden situados, una vez tensado el conductor, según se indica en el apdo. 2.1.6 de la ITC 07 del RLEAT.

Las bobinas han de ser tendidas sin cortar el cable y sin que se produzcan sobrantes.

Si en algún caso una o varias bobinas deben ser cortadas, por exigirlo así las condiciones del tramo tendido, el contratista lo someterá a la consideración del director de obra sin cuya aprobación no podrá hacerlo.

El cable se tendrá siempre en bobina y se sacará de éstas mediante el giro de las mismas.

Durante el despliegue es preciso evitar el retorcido del conductor con la consiguiente formación de cocas, que reducen extraordinariamente las características mecánicas de los mismos.

El conductor será revisado cuidadosamente en toda su longitud, con objeto de comprobar que no existe ningún hilo roto en la superficie ni abultamiento anormal que hicieran presumir alguna rotura interna. En el caso de existir algún defecto, el contratista deberá comunicarlo al director de obra quien decidirá lo que procede hacer.

La tracción de tendido de los conductores será, como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el conductor.

La tracción mínima será aquella que permita hacer circular los conductores sin rozar con los obstáculos naturales, tales como tierra, que al contener ésta sales, se depositarían en el conductor, produciendo efectos químicos que podrían deteriorar el mismo.

El anclaje de las máquinas de tracción y freno deberá realizarse mediante el suficiente número de puntos que aseguren su inmovilidad, aún en el caso de lluvia imprevista, no debiéndose nunca anclar estas máquinas a árboles u otros obstáculos naturales.

La longitud del tramo a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio puede considerarse un máximo de veinte poleas por conductor y por tramo; pero en el caso de existir poleas muy cargadas, ha de disminuir dicho número con el fin de no dañar el conductor.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones (en particular en los apoyos de ángulo y de anclaje).

El contratista será responsable de las averías que se produzcan por la no observación de estas prescripciones.

Empalmes

El tendido del conductor se efectuará uniendo los extremos de bobinas con empalmes flexibles, que se sustituirán por definitivos, una vez que el conductor ocupe su posición final en la línea. En ningún caso se autoriza el paso por una sola polea de los empalmes definitivos.

Los empalmes se realizarán en cualquier caso cumpliendo lo indicado en el apdo. 2.1.6 de la ITC 07 del RLEAT como se redacta a continuación. Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores. Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar, sin rotura ni deslizamiento del cable, el 95% de la carga de rotura del cable empalmado.

La conexión de conductores, tal y como ha sido definida en el presente apartado, sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el puente de conexión de las cadenas de amarre, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura de los mismos.

Con carácter general, los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

El corte del cable se hará utilizando sierra y nunca con tijera o cizalla. La preparación del extremo se efectuará cortando el aluminio con sierra o máquinas de corte circular pero cuidando de no dañar jamás el galvanizado del alma de acero y evitando que se aflojen los hilos mediante ligaduras de alambre adecuadas.

El método de efectuar el empalme se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichos empalmes.

Una vez tendido el conductor, será necesario mantener su tracción con el fin de que nunca lleguen a tocar tierra.

Durante la sustitución de empalmes provisionales por definitivos, la maniobra se realizará de forma que el resto de conductores tenga la tracción necesaria para que no lleguen a tocar tierra.

Si la línea llevase OPGW, los puntos concretos en los que se ubicarán las cajas de empalme quedaran determinados en la reunión inicial de lanzamiento y coordinación del proyecto mantenida con la empresa distribuidora.

Tensado

El anclaje a tierra para efectuar el tensado se hará desde un punto lo más alejado posible y como mínimo a una distancia horizontal del apoyo doble de su altura, equivalente a un ángulo de 150° entre las tangentes de entrada y salida del cable en las poleas.

Se colocarán tensores de cable de acero provisionales, entre la punta de los brazos y el cuerpo del apoyo como refuerzo en los apoyos desde los que se efectúe el tensado.

Las poleas serán, en dicho apoyo, de diámetro adecuado para que el alma del conductor no dañe el aluminio.

Aunque los apoyos de anclaje están calculados para resistir la solicitud de una fase en el extremo de una cruceta, si las demás solicitudes de las restantes fases están compensadas, se colocarán los tirantes previstos para compensar la solicitud de la fase del lado opuesto de la cruceta en que se efectúa la maniobra de engrapado.

Todas las maniobras se harán con movimientos suaves y nunca se someterán a los cables a sacudidas.

Regulación de conductores

La longitud total de la línea se dividirá en cantones.

En cada cantón el director de obra fijará los vanos en que ha de ser medida la flecha.

Estos vanos pueden ser de “regulación”, o sea, aquellos en los que se mide la flecha ajustándola a lo establecido en la tabla de tendido, o de “comprobación” que señalarán los errores motivados por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Según sea la longitud del cantón, el perfil del terreno y la mayor o menor uniformidad de los vanos, podrán establecerse los siguientes casos:

- Un vano de regulación.
- Un vano de regulación y un vano de comprobación.
- Un vano de regulación y dos vanos de comprobación.
- Dos vanos de regulación y tres vanos de comprobación.

Se entregará al contratista una tabla de montaje con las flechas para los vanos de regulación y comprobación de cada serie en la situación de engrapado, deducidas de las características del perfil en función de la temperatura del conductor, que deberá de ser medida con un termómetro cuya sensibilidad será de 1 °C como mínimo, introducido en una muestra de cable del conductor utilizado y expuesto a una altura próxima a los 10 m, durante un periodo mínimo de tres horas.

En aquellos cantones en que, por razón del perfil del terreno, los apoyos se hallen enclavados a niveles muy diferentes (terreno montañoso), el contratista deberá conseguir mantener constante la tensión horizontal del conductor en las grapas de alineación para la temperatura más frecuente del año y, por tanto, la verticalidad en las cadenas de aisladores de suspensión, no admitiéndose que las mencionadas grapas se desplacen en sentido de la línea un valor superior al 1% de la longitud de la cadena de aisladores de suspensión.

Para la regulación de conductores en líneas dúplex, se dispondrá de tensores de corredera que permitan corregir pequeñas diferencias una vez engrapados en las torres de anclaje.

Los errores admitidos en las flechas vienen indicados en el apdo. 5 del presente Pliego de Condiciones.

Después del tensado y regulación de los conductores, se mantendrán éstos sobre poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable.

En apoyos de amarre, se cuidará que en la maniobra de engrapados no se produzcan esfuerzos superiores a los admitidos por dichos apoyos y, en caso necesario, el contratista colocará tensores y vientos para contrarrestar los esfuerzos anormales.

El método de efectuar la colocación de grapas se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichas grapas.

En apoyos de suspensión, la suspensión de los conductores durante la colocación de la grapa en la cadena de aisladores se hará por medio de estrobos de cuerda o de nylon para evitar daños al conductor.

En el caso de que sea preciso correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes: se suspenderá el conductor, se aflojará la grapa y se correrá a mano donde sea necesario.

Colocación de separadores, amortiguadores y contrapesos

Se entregará al contratista una relación con las distancias para colocación de dichas piezas en todos los vanos de la línea tanto en los conductores como en el cable de tierra.

La colocación de estos elementos deberá efectuarse antes de que transcurran quince días después de la regulación de los conductores.

El método de efectuar la colocación de separadores se ajustará a las normas correspondientes facilitadas por el fabricante de dichos herrajes. Estos elementos deberán ser aptos para soportar una intensidad de cortocircuito de 50 kA.

La colocación de amortiguadores y el número de los mismos será el indicado en el correspondiente estudio de amortiguamiento que deberá presentar el fabricante que los suministre.

Protección y cruzamientos

Las protecciones en ferrocarriles, carreteras, caminos, veredas, líneas eléctricas, telefónicas, telegráficas, etc. serán por cuenta del contratista.

En aquellos cruzamientos que el proyectista considere que son de especial relevancia y en los que pudiera ser razonable aumentar los coeficientes de seguridad reglamentarios, se instalarán cadenas con doble aislamiento por conductor.

En los cruzamientos con vías públicas o en lugares transitados, se colocarán protecciones adecuadas, y se situará a cada lado del cruzamiento una señal indicadora de peligro.

En los cruzamientos de líneas eléctricas de cualquier tensión o en los trabajos a efectuar en las proximidades de dispositivos con tensión, se tomarán todas las precauciones conocidas (corte de tensión, puesta a tierra, etc.) para evitar accidentes, siendo únicamente responsable el contratista de lo que pueda suceder aunque se halle presente en la obra alguno de los técnicos o vigilantes de la empresa distribuidora

Los cruzamientos se efectuarán, preferentemente, sin tensión en la línea cruzada, para lo que deberá solicitar el contratista los descargos correspondientes con veinte días de antelación a la empresa distribuidora, que se hará cargo de esta gestión. Si el cruzamiento se hiciese con la línea en tensión, éste no se realizará hasta la aprobación por parte del director de obra del método a emplear.

Los descargos se realizarán normalmente en días festivos, por lo que el contratista deberá organizar su trabajo de forma que los cruces con líneas coincidan con dichos días. No obstante, la empresa distribuidora hará las gestiones necesarias para que dichos descargos sean en las fechas más convenientes para el buen orden del trabajo, sin que el contratista pueda efectuar reclamación alguna si no se puede conseguir.

Las líneas de tensión inferior a 25 kV podrán ser puenteadas por el contratista, siempre que se consiga la debida autorización de la empresa propietaria de la línea.

Estos puentes se harán con cables aislados a su cargo y se introducirán en zanjas para su protección. Asimismo se colocarán placas indicadoras de peligro de muerte y se señalizará debidamente la zona afectada.

En líneas de tensión superior a la indicada y en todas aquellas en las que no se consiga autorización para puentearlas con cable aislado, tendrán que cruzarse en descargo, que será lo más breve posible, haciendo que el final y el principio de los cantones de tendido queden a ambos lados de la línea cruzada.

2.8. REPOSICIÓN DEL TERRENO

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza o retiradas a vertedero, en caso contrario, todo lo cual será a cargo del contratista.

Todos los daños serán por cuenta del contratista, salvo aquellos aceptados por el director de obra.

2.9. NUMERACIÓN DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO ELÉCTRICO

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la indicada por el director de obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según fabricante y el año de fabricación.

La placa de señalización de "riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura visible y legible desde el suelo, pero suficiente para que no pueda ser retirada desde el suelo (aproximadamente 4 m).

Se señalará la instalación con el lema corporativo de la empresa distribuidora en los cruces con vías de comunicación.

2.10. PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES

Caso que aplique a la línea la colocación de salvapájaros, y que estos vayan ubicados en el cable de fibra óptica autosoportado, se tendrá sumo cuidado en la colocación de los citados elementos, evitando que el cable soporte elevados pesos y esfuerzos mecánicos que puedan dañarlo. Por ello, se recurrirá a su colocación

mediante alguna metodología que evite que sea un operario en un carro que circula sobre el cable quien los situé en el mismo, y caso de emplear algún método similar al citado, se consultará previamente al fabricante sobre su viabilidad. Una opción sería colocar los salvapájaros con una pluma desde el suelo siempre que fuese posible.

2.11. CONDICIONES AMBIENTALES

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los requisitos ambientales expuestos a continuación.

2.11.1. Condiciones generales

Se cumplirá con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones de la empresa distribuidora en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental,

Declaraciones de Impacto Ambiental, Planes de Vigilancia Ambiental, o resoluciones emitidas por la Administración Ambiental.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del contratista, se deben aplicar las medidas correctoras necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Las emisiones sonoras debidas al transporte de materiales, movimiento de maquinaria y presencia de personal, se realizarán asegurando que no se superan los límites máximos permitidos establecidos por las normas de aplicación.

2.11.2. Atmósfera

Para minimizar la dispersión de material por el viento, se adoptarán las siguientes medidas:

- Acopio y almacenamiento de materiales en lugares protegidos.
- Reducción del área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.

- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Priorizar el acondicionamiento de suelo desnudo.
- La carga y transporte de materiales se realizará cubriendo las cajas de los vehículos y adaptando la velocidad del transporte al tipo de vía.

2.11.3. Residuos

Como primera medida se aplicará una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y su manejo incluirá los siguientes pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

Conservar las zonas de obras limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras, y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin.

La gestión y el transporte de los residuos se realizarán de acuerdo con la normativa específica para cada uno de ellos, según su tipología.

2.11.4. Inertes

Se establecerán zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta (>12%) salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán construir barreras provisionales que impidan su dispersión.

2.11.5. Derrames y vertidos

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia.

Se prohíbe el lavado de cubas de hormigón en obra.

En caso de derrame accidental por avería, incidente o mala ejecución, se tendrá en cuenta lo dispuesto en el apartado 2.11.1 (Condiciones Ambientales Generales), y en el 2.11.3 (Residuos, en lo referente al transporte y gestión).

2.11.6. Conservación ambiental

Se acotarán las operaciones de desbroce y retirada de la cubierta vegetal a las necesidades de la obra.

Se acopiará y reservará la cubierta vegetal para su reposición una vez finalizada la obra.

Se utilizarán los accesos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se emplee durante la ejecución de la obra.

2.11.7. Finalización de obra y restauración ambiental

Retirada de los materiales sobrantes, estructuras temporales y equipos empleados durante la ejecución de la obra, restaurando las zonas que hayan sido compactadas o alteradas.

2.12. PUESTA TIERRA

Los apoyos de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con lo establecido en el Documento nº 1 Memoria y los planos de puesta a tierra del Documento nº 2 Planos.

Una vez finalizadas las instalaciones de puesta a tierra, el contratista procederá a la medición de la tensión de contacto aplicada mediante un método por inyección de corriente en los apoyos donde la determinación de ese valor sea exigida (apoyos frecuentados), según se indica en el apdo. 7.3.4.6 de la ITC 07 del RLEAT.

Cuando no sea posible cumplir las tensiones de contacto, se instalarán medidas adicionales de seguridad y se medirán las tensiones de paso.

En los apoyos no frecuentados, en el supuesto de que el valor de la resistencia de puesta a tierra sea superior a 20Ω , se realizará una mejora de la puesta a tierra hasta alcanzar en lo posible dicho valor.

La medición de la resistencia de puesta a tierra del apoyo se determinará eliminando el efecto de los cables de tierra.

3. MATERIALES

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que exige el siguiente Pliego de Condiciones. El director de obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no ofrezcan suficientes garantías.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el pliego de condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra. En aquellos materiales en los que se aplique la homologación de proveedores de bienes, los equipos que se instalen en la línea tendrán que escogerse obligatoriamente de entre los que figuren como homologados en la Oficina Técnica Virtual.

No se aceptará en ningún caso el uso de Policloruro de Vinilo (PVC).

3.1. APOYOS

Los apoyos utilizados en el presente proyecto se ajustarán a las especificaciones técnicas de materiales de la empresa distribuidora.

Además, los apoyos deberán ser suministrados por alguno/s de los proveedores que figuran como homologados en la Oficina Técnica Virtual de la empresa distribuidora.

En caso de ser necesario emplear antiescalo de material aislante con objeto de conseguir el cumplimiento reglamentario de la tensión de contacto, los taladros necesarios en el apoyo serán realizados en fábrica previo galvanizado en caliente, y se considerará en el cálculo estructural del apoyo. Asimismo, estos apoyos destinados a montarse con antiescalo, incorporarán escalera de pates a partir de los 3 metros para permitir el acceso a crucetas y cúpula de tierra.

3.2. CONDUCTORES Y CABLES

Los conductores Al-Ac y cables de acero para la puesta a tierra utilizados en el presente proyecto se ajustarán a las especificaciones técnicas de materiales de la empresa distribuidora.

Además, los conductores deberán ser suministrados por alguno/s de los proveedores que figuran como homologados en la Oficina Técnica Virtual de la empresa distribuidora.

En lo referente a los cables de tierra empleados en el proyecto, se ajustarán a lo indicado en el documento de requisitos de tendido cable OPGW y PKP en líneas eléctricas de la empresa distribuidora.

3.3. AISLADORES

Los aisladores y las crucetas aislantes utilizados en el presente proyecto se ajustarán a las especificaciones técnicas de materiales de la empresa distribuidora.

Tal como se indica en las especificaciones correspondientes, los aisladores y crucetas aislantes de 220 kV llevarán anillo de potencial en el extremo más próximo al conductor.

Además, los aisladores deberán ser suministrados por alguno/s de los proveedores que figuran como homologados en la Oficina Técnica Virtual de la empresa distribuidora.

3.4. HERRAJES

Los herrajes utilizados en el presente proyecto se ajustarán a las especificaciones técnicas de materiales de la empresa distribuidora.

Además, los herrajes deberán ser suministrados por alguno/s de los proveedores que figuran como homologados en la Oficina Técnica Virtual de la empresa distribuidora.

En lo concerniente a los herrajes para el cable OPGW, indicar que deberán colocarse de forma que no dañen ni deformen el cable, empleando los elementos necesarios para evitar tracciones en el cable, efectos del viento que permita que el

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

cable golpee la torre y pueda dañarse, radios de curvatura del cable superiores o inferiores al recomendado por el fabricante, así como cualquier otra situación que impida disponer de una correcto tendido. Estos herrajes también se ajustarán a lo indicado en el documento de requisitos de tendido cable OPGW y PKP en líneas eléctricas de la empresa distribuidora.

4. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DE MATERIALES DE A.T.

- El proceso de aseguramiento de la calidad estará formado por los siguientes aspectos:
- Verificación de que los materiales de A.T. cumplen especificación de la empresa distribuidora y son suministrados por proveedores homologados por ella.
- Ensayos de recepción en fábrica. Con carácter general, los ensayos de recepción en fábrica serán los recomendados por la normativa vigente.
- Para todos los materiales de A.T., la empresa distribuidora recibirá los protocolos de los ensayos de recepción en fábrica realizados sobre los mismos y deberán ser aprobados explícitamente por la misma.
- Ensayos de recepción en campo. Con carácter general, los ensayos de recepción en campo serán realizados conforme a lo establecido en el procedimiento de pruebas y puesta en servicio de líneas de la empresa distribuidora y con su presencia.

Además de los ensayos establecidos en las Normas de Obligado cumplimiento relacionadas en la ITC-MIE RLEAT 02, la empresa distribuidora se reserva el derecho de establecer cuantos ensayos considere necesarios para el aseguramiento de la calidad de los materiales que se instalen en obra.

5. RECEPCIÓN EN OBRA

Durante la obra y una vez finalizada la misma, el director de obra verificará que los trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este pliego de condiciones general y de más pliegos de condiciones particulares.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

El director de obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

5.1. CALIDAD DE CIMENTACIONES

De acuerdo con el apartado 2.3, el director de obra verificará las dimensiones de las cimentaciones y las características mecánicas del terreno según el estudio geotécnico realizado.

Asimismo, podrá encargar la ejecución de los ensayos de resistencia característica del hormigón utilizado en la cimentación tal y como lo establecen el Art. 86 de la EHE-08. El contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

5.2. TOLERANCIAS DE EJECUCIÓN

5.2.1. Desplazamiento de apoyos sobre su alineación

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo y la alineación real debe ser inferior a $(D/100) + 10$, expresada en centímetros.

5.2.2. Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea, en relación a su situación prevista

No debe suponer aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Proyecto Específico.

5.2.3. Verticalidad de los apoyos

En los apoyos en alineación se admitirá una tolerancia en la verticalidad del 0,2 % sobre la altura del mismo.

5.2.4. Dimensión de flechas

Los errores máximos admitidos en las flechas, cualquiera que sea la disposición de los conductores y el número de circuitos sobre el apoyo, en la regulación de conductores, serán de:

- $\pm 3\%$ en el conductor que se regula.
- $\pm 3\%$ entre dos conductores situados en un plano vertical
- $\pm 6\%$ entre dos conductores situados en un plano horizontal

La medición de flechas se realizará según la norma UNE 21 101.

Cuando se utilice conductor en haz dúplex se comprobará también que la diferencia entre las flechas de un haz de los dos subconductores no excederá del diámetro del conductor.

5.2.5. Estado y colocación de los aisladores y herrajes

Se comprobará que el montaje de cadenas de aisladores, crucetas aislantes y herrajes, son correctos y conforme a los planos de montaje.

No se admitirá una desviación horizontal de las cadenas de aisladores de suspensión superior al 1% de la longitud de la cadena ni un giro superior a 2° en las crucetas aislantes giratorias.

5.2.6. Grapas

Se comprobará que las grapas y demás accesorios han sido instalados de forma correcta.

5.2.7. Distancias a masa y longitudes de puente

Se comprobará que las distancias fase-tierra son mayores que las mínimas establecidas en el apdo. 5.4.2 de la ITC 07 del RLEAT.

5.3. TOLERANCIAS DE UTILIZACIÓN

El contratista será responsable de todos los materiales entregados, debiendo sustituirlos por su cuenta si las pérdidas o inutilizaciones superan las tolerancias que se fijan a continuación:

- En el caso de aisladores no suministrados por el contratista, la tolerancia admitida de elementos estropeados es del 1,5%.
- La cantidad de conductor se obtiene multiplicando el peso del metro de conductor por la suma de las distancias reales medidas entre los ejes de los pies de apoyos, aumentadas en un 5%, cualquiera que sea la naturaleza del conductor, con objeto de tener así en cuenta las flechas, puentes, etc.

El contratista será responsable de todos los materiales entregados, debiendo sustituirlos por su cuenta si las pérdidas o inutilizaciones superan las tolerancias mínimas establecidas.

5.4. DOCUMENTACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Una vez finalizada y puesta en servicio la línea eléctrica, el director de obra entregará a la empresa distribuidora la siguiente documentación:

- Proyecto actualizado con todas las modificaciones realizadas.
- Permisos y autorizaciones administrativas.
- Certificado de final de obra.
- Certificado de puesta en servicio.
- Ensayos de medición de tierras.
- Medida de la tensión de contacto o paso, en los apoyos frecuentados.
- Ensayos de resistencia característica del hormigón de las cimentaciones.
- Ensayo de recepción de los materiales utilizados.
- Accesos realizados para el montaje y mantenimiento de la línea.

6. NORMATIVA

- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (Decreto 223/2008 de 15 de febrero, publicado en el B.O.E nº 68 de 19 de marzo de 2008).
- Real Decreto de Seguridad y Salud (B.O.E. 25-10-97).
- Real Decreto 1.403/86 sobre Señalización de Seguridad en los Centros y Locales de Trabajo.
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- Normas UNE.

Santander a Septiembre, 2.018

El ingeniero:

Javier Fernández Fernández



RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

DOCUMENTO Nº4:

PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

1. MEDICIONES	2
2. CUADRO DE PRECIOS Nº1	4
3. CUADRO DE PRECIOS Nº2	6
4. PRESUPUESTOS PARCIALES	8

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

1. MEDICIONES

Código	Acción - Descripción	UDS	Cantidad
01.01	Fabricación de Recrecidos		
01.01.01	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 26 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1
01.01.02	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 31 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1
01.01.03	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 151 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1
01.01.04	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 156 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1
01.01.05	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 160 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1
01.02	Montaje		
01.02.01	UD REFUERZO / SANEADO ANCLAJE Refuerzo de anclaje de un apoyo monobloque o de las cuatro patas del apoyo, incluido demolición y reconstrucción de las cimentaciones. Incluidas todas las labores necesarias (saneado anclajes, picado y restauración cimentación, barrenado y colocación de esperas, gestión de residuos, etc). Incluye transporte y suministro de los materiales.	m ³	90,96
01.02.02	UD. TRANSPORTE DE RECRECIDO DE APOYO HASTA EL PUNTO DE IZADO. Transporte de recrecido. Incluye vehículo más adecuado y habilitado	ud	5

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

01.02.03	UD. IZADO DE RECRECIDO DE APOYO Izado de recrecido de apoyo, incluidas todas las tareas necesarias para dejar la línea en iguales condiciones de servicio (movimiento de cables de tierra, protecciones, montaje y desmontaje de herrajes, sustitución de cadenas y aisladores, contrapesos, grapas, instalación de balizas, reparación/ejecución/conexión de tierras, apertura/acondicionamiento de accesos). Indistintamente si el apoyo es monobloque o de 4 patas. Se incluye el transporte y suministro de todos los materiales. Se incluye grúa y mano de obra.	ud	5
01.02.04	REFUERZO DE CIMENTACIÓN DEBIDO A LA INSTALACIÓN DE RECRECIDO Refuerzo de cimentación debido a la instalación de recrecido.	ud	5
01.02.05	DELINEACIÓN DE PLANO: Plano AS-BUILT de planta y perfil tramo afectado.	ud	5
01.02.06	GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Gestión de residuos generados en el desmontaje según norma vigente.	ud	1

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:

“ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

2. CUADRO DE PRECIOS Nº1

Código	Acción - Descripción	Precio cifra	Precio letra
01.01	Fabricación de Recrecidos		
01.01.01	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 26 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	5.420,00 €	Cinco mil cuatrocientos veinte euros
01.01.02	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 31 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	4.960,00 €	Cuatro mil novecientos sesenta euros
01.01.03	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 151 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	2.230,00 €	Dos mil doscientos treinta euros
01.01.04	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 156 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	2.456,00 €	Dos mil cuatrocientos cincuenta y seis euros
01.01.05	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 160 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	2.456,00 €	Dos mil cuatrocientos cincuenta y seis euros
01.02	Montaje		
01.02.01	UD REFUERZO / SANEADO ANCLAJE Refuerzo de anclaje de un apoyo monobloque o de las cuatro patas del apoyo, incluido demolición y reconstrucción de las cimentaciones. Incluidas todas las labores necesarias (saneado anclajes, picado y restauración cimentación, barrenado y colocación de esperas, gestión de residuos, etc). Incluye transporte y suministro de los materiales.	8.777,64 €	Ocho mil setecientos setenta y siete euros con sesenta y cuatro céntimos

Santander a Septiembre, 2.018

El ingeniero:

Javier Fernández Fernández

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

01.02.02	UD. TRANSPORTE DE RECRECIDO DE APOYO HASTA EL PUNTO DE IZADO. Transporte de recrecido. Incluye vehículo más adecuado y habilitado	2.750,00 €	Dos mil setecientos cincuenta euros
01.02.03	UD. IZADO DE RECRECIDO DE APOYO Izado de recrecido de apoyo, incluidas todas las tareas necesarias para dejar la línea en iguales condiciones de servicio (movimiento de cables de tierra, protecciones, montaje y desmontaje de herrajes, sustitución de cadenas y aisladores, contrapesos, grapas, instalación de balizas, reparación/ejecución/conexión de tierras, apertura/ acondicionamiento de accesos). Indistintamente si el apoyo es monobloque o de 4 patas. Se incluye el transporte y suministro de todos los materiales. Se incluye grúa y mano de obra.	11.000,00 €	Once mil euros
01.02.04	REFUERZO DE CIMENTACIÓN DEBIDO A LA INSTALACIÓN DE RECRECIDO Refuerzo de cimentación debido a la instalación de recrecido.	315,00 €	Trescientos quince euros
01.02.05	DELINEACIÓN DE PLANO: Plano AS-BUILT de planta y perfil tramo afectado.	1.000,00 €	Mil euros
01.02.06	GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Gestión de residuos generados en el desmontaje según norma vigente.	450,00 €	Cuatrocientos cincuenta euros

Santander a Septiembre, 2.018

El ingeniero:

Javier Fernández Fernández



RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

3. CUADRO DE PRECIOS Nº2

Código	Acción - Descripción	UDS	Cantidad	Importe unitario	Importe total
01.01	Fabricación de Recrecidos				
01.01.01	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 26 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1	5.420,00 €	5.420,00 €
01.01.02	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 31 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1	4.960,00 €	4.960,00 €
01.01.03	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 151 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1	2.230,00 €	2.230,00 €
01.01.04	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 156 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1	2.456,00 €	2.456,00 €
01.01.05	UD. FABRICACIÓN DE RECRECIDO 160 Fabricación de recrecido, incluida la toma de datos, el estudio, el diseño y parte proporcional de uniones y accesorios.	ud	1	2.456,00 €	2.456,00 €
01.02	Montaje				
01.02.01	UD REFUERZO / SANEADO ANCLAJE Refuerzo de anclaje de un apoyo monobloque o de las cuatro patas del apoyo, incluido demolición y reconstrucción de las cimentaciones. Incluidas todas las labores necesarias (saneado anclajes, picado y restauración, barrenado y colocación de esperas, gestión de residuos, etc). Incluye transporte y suministro de los materiales.	m³	90,96	96,50 €	8.777,64 €

RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
 “ESCATRÓN - EL ESPARTAL”. (ZARAGOZA)

01.02.02	UD. TRANSPORTE DE RECRECIDO DE APOYO HASTA EL PUNTO DE IZADO. Transporte de recrecido. Incluye vehículo más adecuado y habilitado	ud	5	550,00 €	2.750,00 €
01.02.03	UD. IZADO DE RECRECIDO DE APOYO Izado de recrecido de apoyo, incluidas todas las tareas necesarias para dejar la línea en iguales condiciones de servicio (movimiento de cables de tierra, protecciones, montaje y desmontaje de herrajes, sustitución de cadenas y aisladores, contrapesos, grapas, instalación de balizas, reparación/ejecución/conexión de tierras, apertura/ acondicionamiento de accesos). Indistintamente si el apoyo es monobloque o de 4 patas. Se incluye el transporte y suministro de todos los materiales. Se incluye grúa y mano de obra.	ud	5	2.200,00 €	11.000,00 €
01.02.04	REFUERZO DE CIMENTACIÓN DEBIDO A LA INSTALACIÓN DE RECRECIDO Refuerzo de cimentación debido a la instalación de recrecido.	ud	5	63,00 €	315,00 €
01.02.05	DELINEACIÓN DE PLANO: Plano AS-BUILT de planta y perfil tramo afectado.	ud	5	200,00 €	1.000,00 €
01.02.06	GESTIÓN DE LOS RESIDUOS Gestión de residuos generados en el desmontaje según norma vigente.	ud	1	450,00 €	450,00 €

Santander a Septiembre, 2.018

El ingeniero:

Javier Fernández Fernández



RECRECIDO DE APOYOS EN LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN:
"ESCATRÓN - EL ESPARTAL". (ZARAGOZA)

4. PRESUPUESTOS PARCIALES

Capítulo	Designación	Importe
1	OBRA CIVIL Y FABRICACIÓN	41.814,64 €
2	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	7.524,21 €
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	49.338,85 €

Designación	Importe
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	49.338,85 €
GASTOS GENERALES 13%	6.414,05 €
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	2.960,33 €
BASE IMPONIBLE	58.713,23 €
I.V.A. 21%	12.329,78 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA	71.043,01 €
INGENIERÍA	900,00 €
DIRECCIÓN DE OBRA	2.000,00 €
I.V.A. 21%	609,00 €

PRESUPUESTO PARA EL CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	71.652,01 €
--	--------------------

El presupuesto para conocimiento de la administración asciende a la cantidad de SETENTA Y UN MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON UN CÉNTIMO.

Santander a Septiembre, 2.018

El ingeniero:

Javier Fernández Fernández

